وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة بغداد
بيت الحكمة

فسيولوجيا الطفيليات

تأليف
L.H. Chappell, B. Sc. ph. D

ترجمة

الدكتور ابراهيم شعبان داود
قسم علوم الحياة/ كلية التربية الثانية
جامعة بغداد

الدكتور بشير محمد عبد الكريم
قسم علوم الحياة/ كلية العلوم
جامعة بغداد

مكتبة علوم الحياة الالكترونية

بسم الله الرحمن الرحيم

وَمَا أُوتِيتُم مِّنَ الْعِلْمِ إِلَّا قَلِيلًا

صدق الله العظيم

مقدمة المترجمين

أن المكتبة العربية تفتقر الى المصادر المتخصصة بعلم الطفيليات بصورة عامة ، ولهذا ومنذ سنوات عديدة تعتبر المصادر الأجنبية المعتمدة ككتب منهجية ، وفي عام ١٩٧٤ قرر مجلس قيادة الثورة في العراق مجانية التعليم وتلا ذلك قرار تعريب التعليم الجامعي وبذلك التعريب الزمياً . وقد ادى اهتمام قيادتنا السياسية بالتعليم بصورة عامة والتعليم العالي بصورة خاصة أن وقعت حركة التأليف والترجمة والبحث الى الامام . وبذلك نشطت الحركة العلمية بشكل ملحوظ .

وعلى ضوء قرار مجلس قيادة الثورة وجدنا بفعل الخبرة في تدريس المواضيع الدراسية أن اللغة الأجنبية تقف عائقاً كبيراً امام الأدراك الأمثل للمادة العلمية ولحرصنا على أقصى مايمكن اعطاءه من مادة علمية للطلبة فقد شرعنا بترجمة كتاب فسيولوجيا الطفيليات الغزير بالمادة العلمية الحديثة والذي يغطي مختلف المواضيع الفسلجية حيث يحتوي الكتاب على عشرة فصول قام الدكتور بندر محسن الراوي بترجمة اربعة فصول وهي الفصل السادس والسابع والثامن والتاسع من الكتاب في حين ترجم الدكتور ابراهيم شعبان داود الفصول الستة المتبقية ورغم هذا التقسيم فقد خصصت كل المادة العلمية للكتاب للمناقشة من قبل المترجمين وبذلت أقصى الجهود للابقاء على نفس الانسيابية وتوحيد الترجمة من خلال المراجعة النقدية لكل الفصول المترجمة .

ولايفوت المترجمان تقديم شكرهما للدكتور يوسف محمد عرب رئيس قسم علوم الحياة من كلية التربية لجامعة بغداد لمراجعته متن ترجمة الكتاب ولما قدمه من اقتراحات بناءة أخذت بنظر الاعتبار وتصحيحات مفيدة مما جعل الكتاب مقروء بشكل مسلسل وسهل للقارىء سواءً اكان من الأساتذة او الطلبة . كما نود أن نذكر ان ترجمتنا المتواضعة لاتخلو من نقص او هفوات . لهذا فإننا نقبل الأنتقادات البناءة من زملائنا التدريسيين بكل رحابة .

والله ولي التوفيق

المترجمان

د. كطان

المحتويات

١ ـ الفصل الاول المقدمة (ترجمة د . ابراهيم شعبان داود)
ماهو الطفيلي ١٥
متطور تاريخي ١٦
اهمية علم الطفيليات للانسان ١٧

٢ ـ الفصل الثاني التغذية وفسيولوجيا التغذية
(ترجمة د . ابراهيم شعبان داود)
مقدمة ١٩
زرع الطفيليات في الزجاج ٢٠
قناة الطعام في الديدان المسطحة
المثقبات وحيدة المنشأ ٢١
المثقبات ثنائية المنشأ ٢٦
الديدان الخيطية ٣١
دور السطوح الخارجية للطفيليات في تغذيتها ٣٢
المظهر الخارجي لسطح الطفيلي ٣٣
امتصاص المغذيات عبر الجلد ٣٧
آلية دخول المواد المذابة ٣٧
نقل الجزيئات الى داخل الطفيليات ٤٢
جريان المغذيات في الاجهزة ٥٣
الانزيمات السطحية الداخلة ٥٦
انزيمات السطح الخارجي ٥٦
تثبيط انزيمات المضيف بوساطة الطفيليات ٥٧
خلاصة ٥٨

٣ ـ الفصل الثالث ايض الكاربوهيدرات وانتاج الطاقة
(ترجمة د . ابراهيم شعبان داود)
الكاربوهيدرات المخزونة
حل السكر ٦١
النواتج النهائية لعملية الايض الهدمي للكاربوهيدرات
انزيمات حل السكر في الطفيليات ٦٥
تثبيت ثاني اوكسيد الكاربون ٦٦

الفجوات المنفصلة في الابتدائيات ١٠٦
اجهزة النفريديا الاولية في الديدان المسطحة ١٠٦
النواتج النهائية لايض النايتروجين ١١١
التنظيم الايوني وموازنة الماء . ١١٣
الاحماض الامينية الحرة والتنظيم التناضجي ١١٦
خلاصة ١١٨

٦ ـ الفصل السادس التكاثر
(ترجمة د . يندر محمد عبد الكريم)
مقدمة ١١٩
التكاثر اللاجنسي ١١٩
التكاثر الجنسي ١٢٣
الابتدائيات ١٢٣
المثقبات وحيدة المنشأ ١٢٦
المثقبات ثنائية المنشأ ١٢٨
الديدان الشريطية ١٣٠
شوكية الرأس ١٣١
الديدان الخيطية ١٣٢
تزامن تكاثر الطفيلي والمضيف ١٣٣
خلاصة ١٣٥
انتشار

٧ ـ الفصل السابع انتشار الطفيلي
(ترجمة د . بندر محمد عبد الكريم)
مقدمة ١٣٧
المثقبات وحيدة المنشأ ١٤١
المثقبات ثنائية المنشأ ١٤٤
الديدان الشريطية ١٤٨
ميكانيكية اختراق المضيف ١٤٩
المثقبات ثنائية المنشأ ١٤٩
الديدان الخيطية ١٥٣
التكرار الدوري المتعلق بالانتقال ١٥٤
خلاصة ١٥٩

الفجوات المنفصلة في الابتدائيات ١٠٦
اجهزة النفريديا الاولية في الديدان المسطحة ١٠٦
النواتج النهائية لايض النايتروجين ١١١
التنظيم الايوني وموازنة الماء . ١١٣
الاحماض الامينية الحرة والتنظيم التناضجي ١١٦
خلاصة ١١٨

٦ ـ الفصل السادس التكاثر
(ترجمة د . يندر محمد عبد الكريم)
مقدمة ١١٩
التكاثر اللاجنسي ١١٩
التكاثر الجنسي ١٢٣
الابتدائيات ١٢٣
المثقبات وحيدة المنشأ ١٢٦
المثقبات ثنائية المنشأ ١٢٨
الديدان الشريطية ١٣٠
شوكية الرأس ١٣١
الديدان الخيطية ١٣٢
تزامن تكاثر الطفيلي والمضيف ١٣٣
خلاصة ١٣٥
انتشار

٧ ـ الفصل السابع انتشار الطفيلي
(ترجمة د . بندر محمد عبد الكريم)
مقدمة ١٣٧
المثقبات وحيدة المنشأ ١٤١
المثقبات ثنائية المنشأ ١٤٤
الديدان الشريطية ١٤٨
ميكانيكية اختراق المضيف ١٤٩
المثقبات ثنائية المنشأ ١٤٩
الديدان الخيطية ١٥٣
التكرار الدوري المتعلق بالانتقال ١٥٤
خلاصة ١٥٩

٨ ـ الفصل الثامن استقرار ونمو الطفيليات
(ترجمة د . بندر محمد عبدالكريم)
١٦١ مقدمة
٠٦٣ ميكانيكية الفقس
١٦٤ الابتدائيات
١٦٥ المثقبات ثنائية المنشأ
١٦٧ الديدان الشريطية
١٦٩ شوكية الرأس
١٧٠ الديدان الخيطية
الجوانب الكيمياوية الحياتية لعملية الاستقرار
١٧١ دور املاح الصفراء
١٧٢ التغيرات الايضية
الهجرة وانتقاء الموقع
١٧٥ نماذج واشكال الهجرة
١٧٩ انتقاء الموقع والتمييز
١٨٤ اصابة انسجة المضيف
العوامل المانعة لنمو الطفيلي استقراره
١٨٨ تأثير الازدحام
١٩٠ التفاعلات بين الانواع
١٩٠ طرز النمو المتغيرة
١٩٣ الانسلاخ في الديدان الخيطية
١٩٤ خلاصة
٨ ـ الفص التاسع
الاجهزة العصبية . الاعضاء الحسية والتنظيم السلوكي
(ترجمة د . بندر محمد عبد الكريم)
١٩٥ مقدمة
١٩٥ المظهر الخارجية للجهاز العصبي للطفيلي
الاعضاء الحسية
١٩٨ المثقبات وحيدة المنشأ
٢٠١ المثقبات ثنائية المنشأ
٢٠٢ الديدان الشريطية
٢٠٢ شوكية الرأس
٢٠٢ الديدان الخيطية

النقل العصبي والملتقيات العصبية ـ العضلية الافراز العصبي ٢٠٤
التنسيق السلوكي ٢٠٦
خلاصة ٢٠٨
١٠ ـ الفصل العاشر تفاعلات الطفيلي والمضيف
(ترجمة : . ابراهيم شعبان داود)
مقدمة ٢٠٩
العناصر الاساسية في الاجهزة الدفاعية المناعية والخلوية ٢١٠
المناعة ضد الابتدائيات
الابتدائيات التي تعيش في الدم ٢١٦
الملاريا
البابيزيا ٢١٩
المثقبيات ٢١٩
الابتدائيات التي تعيش في الانسجة
اللشمانيا ٢٢٣
الكوكسيديا ٢٢٤
المتحولات ٢٢٥
المناعة ضد الديدان المسطحة
المثقبات ثنائية المنشأ ٢٢٥
الديدان الشريطية ٢٢٨
الديدان الخيطية
التمنع ضد الامراض الطفيلية ٢٣٤
امراضية الاصابات الطفيلية
الامراضية المناعية ٢٣٦
الامراضية العامة ٢٣٨
الضرر الميكانيكي ٢٣٩
تأثيرات السموم ٢٤٠
التأثيرات على نمو خلية المضيف ٢٤٠
التأثيرات على الجهاز التناسلي للمضيف ٢٤٠
التأثيرات الايضية ٢٤١
خلاصة ٢٤٢
مسرد بالكلمات مع شرح لها ٢٤٣
مخطط تصنيف الطفيليات ٢٤٨
قراءات اضافية ٢٥٠
المصطلحات ٢٥٦

الفصل الاول

Introduction مقدمة

ماهو الطفيلي ؟

هناك العديد من التعريفات في المصادر العلمية التي تصف المشاركة الحميمة بين حيوانات من انواع مختلفة فالمصطلحات مثل التطفل Parasitism ، المؤاكلة Commensalism ، تبادل المنفعة mutualism ، التعايش symbiosis ، الترحال Phoresy (وغيرها الكثير) كلها تحتمل اختلافات . المعنى غالباً هناك تمايز اعتباطي بين نوع من المشاركة واخر من الصعب احياناً تقرير المصطلح الاكثر ملائمة لعلاقة معينة .

في هذا الكتاب فقد تم تبني طريقة مبسطة لهذه المعضلة فالمصطلح طفيلي Parasite استعمل للدلالة على تلك الابتدائيات protozoan والديدان المسطحة Platyhelminthes وشوكية الرأس acanthocephalans والديدان الخيطية nematodes التي تستوطن بعض الوقت خلال دورة الحياة جسم حيوان اكبر اخر يدعى المضيف host . وهناك مخطط تصنيفي للطفيليات في نهاية الكتاب لمساعدة الطالب على الفهم العام للنص . ولكن يجب ان لا يعد مخططاً نهائياً للتصنيف ويجب الرجوع لاي من المصادر المعتمدة الكثيرة لمعلومات اكثر تفصيلاً بصورة عامة لايتضمن هذا الكتاب الذي يدرس العلاقة بين الطفيليات الحيوانية animal parasites ومضائفها على المستوى الوظيفي الطفيليات النباتية Plant parasites .

ان الطالب يجب ان يقدر بان اختيار الجميع اعلاه كطفيليات واستثناء الفايروسات viruses والفطريات fungi وشعب لافقرية صغيرة minor invertebrates والمفصليات arthropods هو اجراء مناسب وليس مثالياً فكل هذه الكائنات قد تعيش في انسجة كائنات اخرى ويجب ان تعد معاً بحق تحت مصطلح التعايش الذي يدل ببساطة على العيش معاً . ان المشاكل الوظيفية لهذه

الكائنات المتعايشة مشتركة بين كل الجاميع التي اختارت هذه الطريقة في الحياة . ان تعريف الطفيلي المستخدم في هذا الكتاب محدود النطاق وربما توجب علينا في المستقبل ان تراعي توسيع افقنا .

منظور تاريخي

الفسيولوجيا physiology الذي يتضمن دراسة الانظمة الحياتية وطريقة عملها وطريقة تكييفها لتغيرات الوسط او البيئة هو نوع قديم من العلوم الحياتية biosciences وبالمقارنة مع فسيولوجيا اللبائن mammalian physiology فان فسيولوجيا الطفيليات panasite physiology لايزال في مرحلة جنينية وخلال العقود الثلاثة والاربعة الماضية كانت هناك زيادة تدريجية في الاهتمام بهذا الحقل من البحوث وبالرغم من ان معلوماتنا بعيدة عن الاكتمال فقد انجز الكثير وان المستقبل القريب يعدنا بالعديد من التطورات المثيرة في هذا الحقل . يعد الكثيرون دراسات D.F. Weinland في المانيا في بدايات العشرات الاولى من هذا القرن حجر الاساس لعلم وظائف الطفيليات الحديث . وقد زودت دراساته على استغلال الكلايكوجين وانتاج الحامض الشحمي المتطاير والتخمر في الدودة الخيطية الاسكارس Ascaris المختص بالطفيليات بمؤونة كبيرة للتأمل خلال العقدين او العقود الثلاثة اللاحقة ، اثناء هذه الفترة ركز المختصون بالفسيولوجيا انتباههم على عدد قليل من الطفيليات الحيوانية بضمنها الاسكارس Ascaris ، باراسكارس Parascaris ، فاشيولا Fasciolc ، مونيزيا Moniezia من بين الحيوانات عديدة الخلايا Metazoa وسوطيات الارضية termite-flagellates ؛ المثقبيات Trypanosomaticls ، المشعرات Trichomonads هدبيات المجترات rumen ciliates ، وطفيليات الملاريا malaria من بين الابتدائيات .

لقد كان التأثير الاساسي في تطوير فسيولوجيا الطفيليات الحديث هو الحرب العالمية الثانية التي عرضت اعداداً كبيرة من الاشخاص الى قسوة الحياة في المناطق الاستوائية tropics ومنها الطفيليات المتوطنة الاستوائية endemic tropical parasites ومن الحاجة ، تطوير ادوية ضد الطفيليات فقد اصبحت معرفة الكيمياء الحياتية biochemistry وفسيولوجيا الطفيليات المرضية مظهراً اساسياً لجهود الحرب ومنذ ذلك الوقت اصبح الموضوع راسخاً اكاديمياً وعلماً تطبيقياً مهماً .

تستغل البحوث الحديثة في الوقت الحاضر كلاً من الطفيليات المرضية pathogenic parasites والنموذج model وتستخدم مجموعة من التقنيات التي طورت في الكيمياء الحياتية وعلم الحياة الجزئي molecular biology والمناعة immiunology وبالرغم من ذلك نعاني مجالات في فسلجة الطفيلي من نقص ملحوظ في الاهتمام مثل فسلجة الاعصاب neurophysiology وفسلجة التناسل

reproductive physiology وفسلجة الابراز excretory phy iology وعلاوة على ذلك فقد اهمل المختصون بالطفيليات العديد من الجاميع الصغيرة من الطفيليات الموجودة وركزوا على تلك الانواع ذات الاهمية الاقتصادية المباشرة والطبية وللطالب الراغب في هذا المجال من المعرفة هناك الكثير مما يشد الخيال في حقل فسيولوجيا الطفيليات وهناك الكثير من الذي يطلب انجازه . ان المساهمات الحديثة لـ T.Von Brand ، E.Bueding ، D.Fai bairin ، J.F.Mueller ، C.P. Read ، J.D. Smyth و W. Trager كمثال هي كثيرة ويجب ان تكون حافزاً مشجعاً للجميع .

اهمية علم الطفيليات للانسان :

لماذا ندرس علم الطفيليات ؟ وما هي اهمية زيادة معلوماتنا عن فسيولوجيا الطفيليات ؟

تستوطن الطفيليات الانسان ، حيواناته ومحاصيله وتسبب اضراراً بالغة ويقدران هناك اليوم (١٠٠٠) مليون متضرر من الامراض الطفيلية وسيموت الكثير من هؤلاء المصابين في الوقت الحاضر مبكراً واخرون لايحصون سيعانون من امراض مزمنة chronic مؤلمة ، مضعفة debilitating او مشوهة disfiguring وتقلل الاصابات الطفيلية الماشية والمحاصيل مصادر الغذاء المتوفرة لعدة ملايين من مواطني العالم الثالث ان المشكلة بكاملها كبيرة جداً وتتطلب دعماً مادياً ضخما لبرامج بحوث حول السيطرة على الامراض الطفيلية وتخفيف الالآم التي تسببها وفي البداية ومع ذلك فمن الضروري لنا زيادة معلوماتنا الاساسية حول بايولوجية الكائنات المعنية .

تؤثر الملاريا على ٣٤٠ مليون نسمة وفي افريقيا وحدها يموت مليون طفل جراء هذا المرض الذي يصيب جهاز الدوران ، ويصيب مرض المنشقات Schistosomiasis اكثر من ٢٠٠ مليون نسمة ، وداء الفلاريا Filariasis ٢٥٠ مليون نسمة ومرض الملتحيات Onchocercaiasis ٢٠ مليون نسمة ويشخص داء المنشقات الافريقي African trypanosomiasis الان بمعدل ١٠,٠٠٠ حالة جديدة سنوياً بالاضافة الى ٣٥ مليون نسمة في حالة خطر يؤثر داء التثقبيات في العالم الجديد (داء الشاكاس) Chaga's disease على ١٠ مليون نسمة في وسط وجنوب امريكا وتساهم المتحولات amoebae والديدان الشصية hookworms والديدان الدبوسية Pinworms والجرب scabies والعديد من الطفيليات الاخرى

في بؤس البشرية وتزيد الادوية غير المؤثرة والغالية الثمن وظهور مقاومة ضد الدواء drug resistance من قبل العديد من الطفيليات من تفاقم هذه المشكلة الكبيرة .

ومن الناحية البيطرية فان الاصابات الطفيلية للماشية livestock تقلل بشكل خطير من انتاج البروتين الحيواني كمصدر غذائي في معظم ارجاء العالم. ان داء المثقبيات الافريقي للماشية وامراض الماشية التي ينقلها القراد (الثاليريا theilleriasis) وداء البابيزيا babesiasis) والديدان المسطحة في قناة الطعام (داء الفاشيولا Fascioliasis) والتينيا taeniasis والكيسانيات المذنبة cystiercosis) هي مشاكل كبيرة في المناطق الاستوائية بينما تقلل الديدان الخيطية والدودة الكبدية **Fasciola hepatica** والطفيليات الابتدائية (داء الكوكسيديا coccidiosis والبابيزيا babesiasis) في الغرب عادة من انتاج ونوعية تلف كبير في المحاصيل النباتية يتم بواسطة الاصابات بالديدان الخيطية الطفيلية النباتية والافات الحشرية insect pests .

ان المجالات الاساسية في البحوث هي المعالجة الكيمياوية chemotherapy وعلم المناعة immunology وزارعة الطفيليات في الزجاج in vitro culture وبذلك فان دراسة علم حياتها ربما تكون اكثر ملائمة في المختبر. وتعتمد تلك المجالاتعلى قاعدة اساسية من المعرفة الفسيولوجية. لقد وضعت منظمة الصحة العالمية World health organization حديثاً برنامجاً خاصاً من البحوث والتدريب في علم الطفيليات الاستوائية مع افضلية لتلك المجالات من البحوث ويشتمل البرنامج الخاص طويل الامد على دراسات متعددة عن الملاريا وداء المنشقات والفلاريا والمثقبيات والشمانيا وكان احد الاهداف تشجيع عدد كبير من المختصين بالطفيليات لدراسة علم حياة تلك الطفيليات المرضية ففي الوقت الحاض يهتم ٣ فقط من كل ٢٠ من العاملين المختصين بهذا العلم بالطفيليات ذات الاهمية الطبية او البيطرية او الزراعية والعديد من الجامعات تدرس مقررات متواضعة في الطفيليات حتى لطلبة الطب ولاتدرس بعض الجامعات موضوع الطفيليات على الاطلاق .

لقد تم تحقيق تقدم كبير في معلوماتنا الاساسية حول فسيولوجيا الطفيليات عبر العقود الثلاثة الماضية ومع ذلك فالظاهر اننا نذكر غالباً مالا نعرفه اكثر من الذي نعرفه . ان طالب الطفيليات اليوم هو في موقع المطالب بمعالجة هذه الحالة غداً وبذلك يساهم في تحسين نوعية حياة البشرية .

الفصل الثاني

التغذي وفسيولوجيا التغذية
Feeding and nutritional physiology

المقدمة

علق عالم البيئة جارلس التون Charles Elton ذات مرة ان الطفيليات تعيش على رأسمالها capital في حين ان الكائنات المترسة predators تعيش على الفائدة interest . وهكذا يوحي بان الطفيليات تقيم نفسها على نفقة مضائفها والحقيقة ان هناك امثلة قليلة جداً تؤيد هذا الاستنتاج بالملاحظات التجريبية فالطفيليات بصورة عامة لاترمي نفسها في العراء بأكل بيتها ان،فسيولوجيا التغذية في الطفيليات هو موضوع معقد جدا فالطفيليات تعيش في انسجة مختلفة كثيرا في كل من الحيوانات اللافقرية invertebrates والفقريات vertebrates تشتمل على القناة الهضمية والدم والجهاز العصبي واعضاء وتجويف جسمية مختلفة كالكبد والعيون وللعديد من الطفيليات دورات حياة معقدة جداً تتضمن مضائف مختلفة تصل الى ثلاثة مع مرحلتين او اكثر حرة المعيشة free-living مسؤولة عن الانتقال اي الانتشار dispersion واصابة المضيف التالي. ان مراحل الانتقال هي غالباً اطوار او مراحل غير متغذية في دورة الحياة (مثل الميراسيديا والسركاريات meracidia and cercaviae) وهناك ايضاً يرقات طفيلية parasitic larvae تكون كامنة quiescent او ادوار سكون او راحة resting stages غير مغتذية مثل المتياسركاريات metacercariae . مع هذا الاختلاف الواسع في الشكل والمكان فانه يصبح من الصعب لتصريح ببيانات عامة حول تغذية الطفيليات .

تستنتج معظم المعلومات حول فسيولوجيا التغذية في الطفيليات من دراسات على الديدان الطفيلية التي تعيش اما في قناة الطعام او في دم الفقريات وكذلك من الطفيليات الابتدائية التي تعيش في دم الفقريات هذه الطفيليات موجودة في

بيئة صغيرة microenviroment غنية بالجزيئات العضوية المذابة ولايصرف الا القليل عن تغذية الطفيليات التي تعيش داخل انسجة مضائفها

المفهوم المهم في فسيولوجيا التغذية في الطفيليات والذي سنكتشفه في هذا الفصل هو السطح البيني او الحيز البيني interfacial space وهذا هو منطقة التماس بين الطفيلي ومضيفه وهو الموقع الذي يحدث فيه نقل جزيئات المواد الغذائية في مصطلحات التغذية فان السطح البيني يشتمل على كل من السطوح الخارجية وكذلك قناة الطعام للطفيلي في حالة وجودها . وفي معظم الديدان الخيطية الطفيلية فان القناة الهضمية وحدها تكون السطح البيني للتغذية

زراعة الطفيليات في الزجاج

ان زراعة طفيلي في الزجاج [انبوب اختبار] يتطلب تنمية الطفيلي والمحافظة عليه خارج المضيف في ظروف تحاكي بيئته الطبيعية وتساعد على نمو المستمر تهدف زراعة الطفيليات غرضين مهمين : لتزويد مواد طفيلية للدراسة في غياب المضيف وبهيء طريقة لدراسة الاحتياجات الغذائية للطفيلي تحت ظروف مسيطر عليها بشكل كامل . في الحقيقة هناك فقط عدد قليل من الطفيليات التي تم تنميتها في ظروف كياوية محددة محتوية على كميات معروفة من كل مغذ وتكون اضافة كميات غير محددة كالمصل serum . ومستخلص الكبد liver extract ومستخلص الخميرة yeast extract غالباً ضرورية للمحافظة الناجمة على الزرع . هناك مصادر علمية كثيرة على زرع الطفيليات الابتدائية في الزجاج وخاصة السوطيات الدموية . haemoflagellates ولكن بمعرف الأقل عن زراعة الديدان الطفيلية helminth parasites ؟

ان اكثر المعطيات التي سنناقشها في هذا الفصل تم الحصول عليها من طفيليات مزروعة لفترات قصيرة من الوقت ويجب التأكيد بان تفسيراً مشوباً بالحذر لتلك المعطيات هو اساسي حيث انه لايمكن الافتراض بان تلك الظواهر المقاسة في الزجاج [خارج الجسم] تعكس بدقة العمليات التي تحدث في الحي in vivo . ان زراعة الطفيليات في الزجاج هي اداة فعالة للمختصين بالطفيليات ولكن لكي تكون ذات فائدة دائمة فانها تتطلب الحكمة في استعمالها .

قناة الطعام للديدان الطفيلية :

تمتلك المثقبات وحيدة المنشأ Monogonea وثنائية المنشا Digenea والديدان الخيطية Nematoda قناة طعام تختلف كثيرة من مجموعة الى اخرى في الشكل

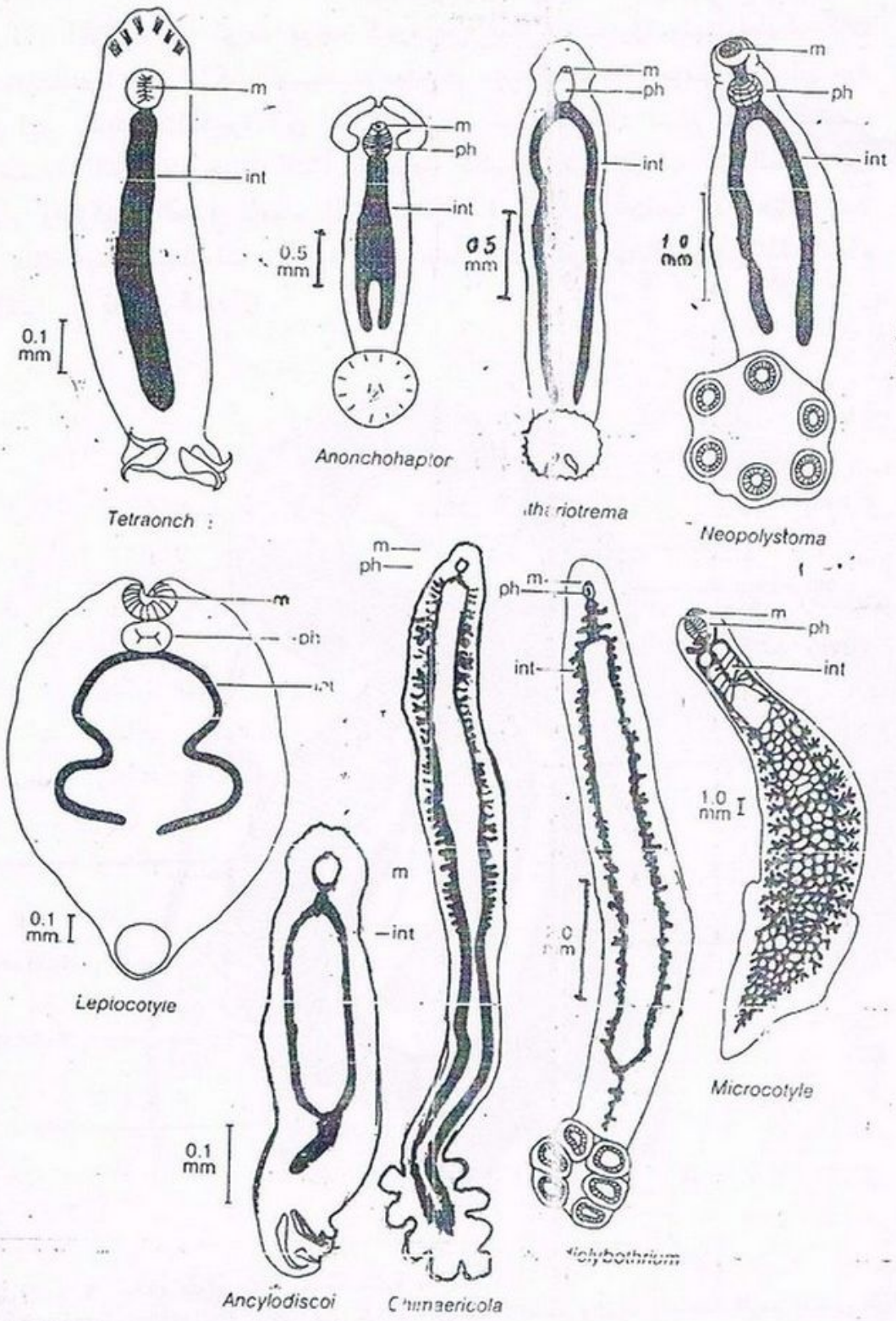
والوظيفة وسوف ندرس باختصار علم شكل المعي gut في تلك الطفيليات وفي نفس الوقت نناقش اهمية هذا الجهاز في تغذية الطفيليات لايوجد معي في الابتدائيات protozoa والديدان الشريطية cestoda وشوكية الرأس Acantho cephala .

المثقبات وحيدة المنشأ .

أن قناة الطعام في المثقبات وحيدة المنشأ مماثلة للنموذج الاساسي المتكون من فم mouth ، بلعوم pharynx ، مرىء esophagus ثم امعاء intestine او جهاز اعوري cecal system بسيط او متفرع كثير (شكل ٢ ـ ١) يقع الفم في الجهة الامامية اما في اقصى الحافة (كما في Polystoma والـ Microcotyle) او خلف الحافة الامامية قليلاً وعلى السطح البطني والحالة الاخيرة تمثل الترتيب الاكثر شيوعاً ان الفم الذي ربما يكون بسيطاً او يتسع الى شفاه labia يضم معه محجما فمياً oral sucker. يؤدي التجويف الفمي buccal eavity الى البلعوم وهو تركيب عضلي فعال متكون من ثلاثة مجاميع متميزة من الياف عضلية وقد يضم معه تراكيب غدية glandular structures (شكل ٢ ـ ٢) **Polystoma integerrimum** تنتج افرازاً بروتينياً proteinaceaus scretion من غددها البلعومية ولكن هذا النوع ربما يكون غير اعتيادي بين افراد الرتبة Polyopisthocotylea في احتوائه على غدد بلعومية حيث ان المثقبات الاخرى من هذه الرتبة تفتقد الى مثل هذه التراكيب . هناك بعض الانواع ضمن رتبة Monopisthocotylea تحتوي على غدد بلعومية بينما في انواع اخرى يكون البلعوم كله عضلياً فمثلاً البلعوم الغدي glandula pharynv في **Entobdella hippoglossi** يعكس المدى الذي يمكن للبلعوم نفسه ان يقوم به كعضو للحصول على الطعام بواسطة بروزه خلال الفم والتحاقه بسطح المضيف في الطفيلين **E. hippoglossi** و **E.soleae** فان الافرازات من الغدد البلعومية تكون محللة للبروتينات proteolytic .

يؤدي البلعوم الى مرىء قصير يكون في بعض العوائل (Monocotyliclae) مزوداً بفتحات من غدد يفترض ان وظيفتها هضمية بينما يكون في عوائل اخرى (Microcotylidae) وكذلك Hexabothriidae غير غدي . ويظهر انه لايعرف الكثير عن وظيفة الغدد المريئية في المثقبات وحيد المنشأ .

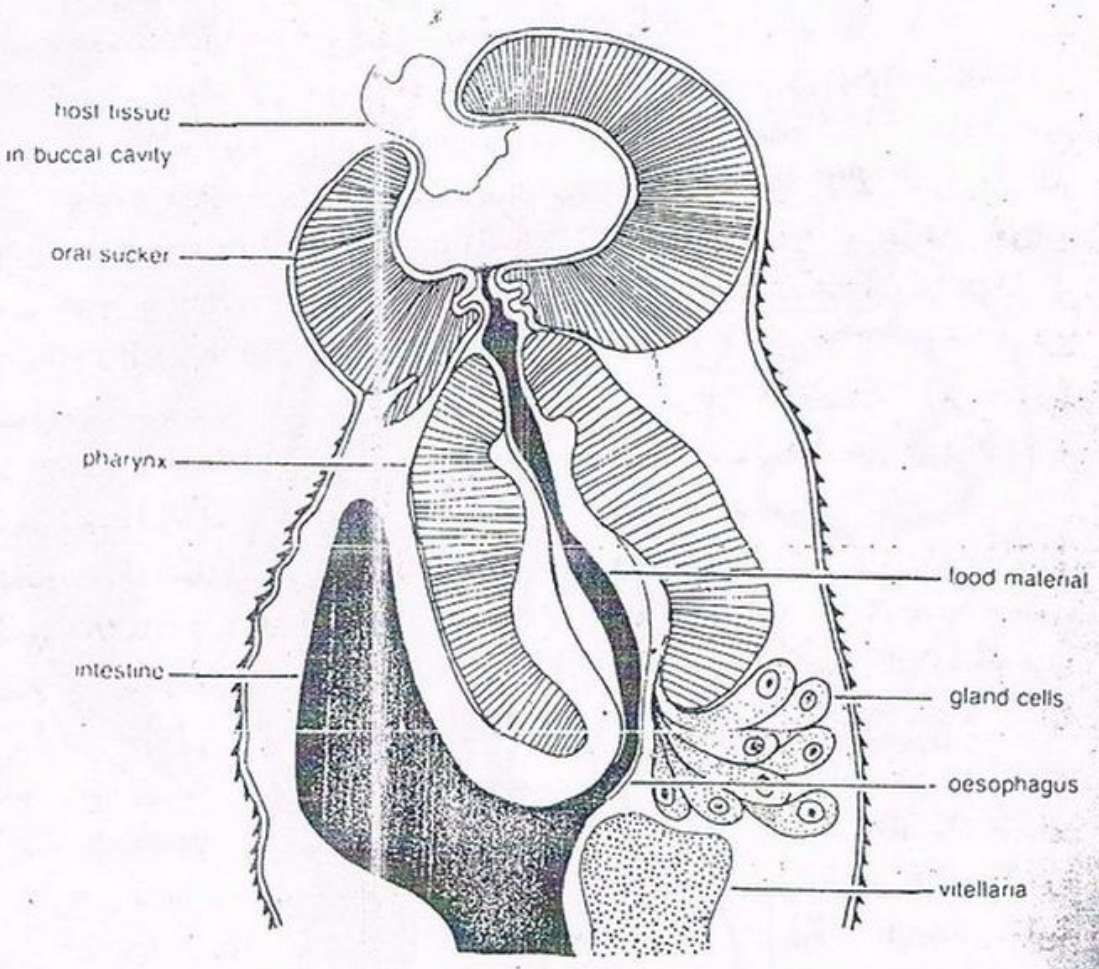
تمتد الامعاء من المرىء الى الحافة الخلفية للجسم لايوجد شرج anus عادة وتختلف الامعاء بالشكل كثيراً فهي في ابسط اشكالها انبوب منفرد single tube



شكل ٢ ـ ١ اشكال قناة الطعام في لثقبات وحيدة المنشأ بالاستناد على رسوم Bychowsky عام ١٩٥٧

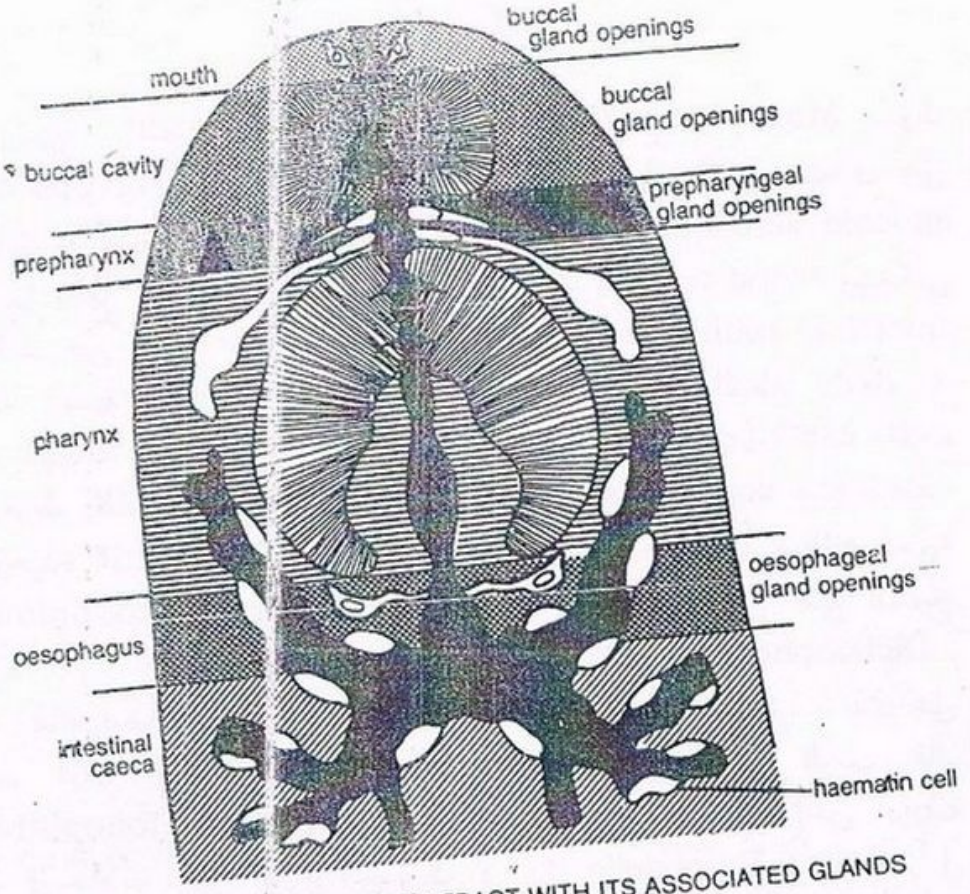
[m = فم int = امعاء ph = بلعوم]

كما في العائلة Tetraochidae لكنها غالباً تكون ترنيباً ذا فرعين bifurcated وفي كلتا الحالتين ربما توجد درجة كبيرة من التفرع الثانوي وتبعاً لبايكوسكاي Bychowsky فان الشكل البسيط للامعاء هو ميزة المثقبات وحيدة المنشأ الصغيرة بينما تميل الديدان الكبيرة الى امتلاك نموذج معقد للامعاء لتبلغ ذروة التشعب تتصف به المثقبات وحيدة المنشأ البحرية الكبيرة . من المؤسف ان العلاقة بين الغذاء والتركيب العياني لامعاء المثقبات وحيدة المنشأ لم تجتذب الا اهتماماً قليلاً ومع ذلك فهناك معلومات متوفرة اكثر نوعاً حول التركيب الخلوي لقناة الطعام وعلاقتها في تغذية الديدان .

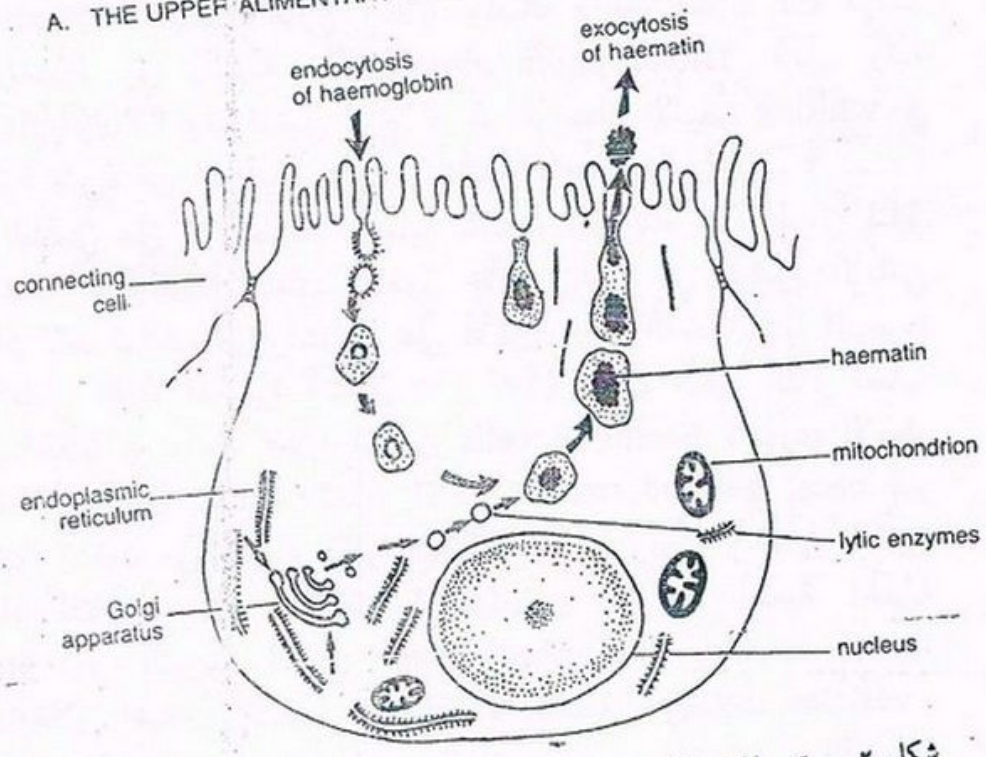


شكل ٢ ـ ٢ . مقطع طولي خلال مقدمة مثقبة وحيدة المنشا Polystoma integerrimum يبين الجزء العلوي من قناة الطعام والغدد المصاحبة الرسم مقتبس عن صورة فوتوغرافية من قبل Halton, D.Wand Jennngs, I.B (١٩٦٥) .

ان رتبتي المثقبات وحيدة المنشأ Monopisthcotylea والـ Polyopisthocotylea تختلفان بشكل واضح في غذائهما فالاولى تتغذى على الانسجة البشرية epidermal tissus والافرازات المخاطية mucoid seretions للمضيف بينما يظهر ان الثانية تتغذى على الدم فقط blood feeders وينعكس هذا الاختلاف على البناء الخلوي للغشاء الطلائي المعوي intestinal epithelium اي البطانة المعدية gastrodermis (يدعى الغشاء الطلائي المبطن للامعاء في اللافقريات بالبطانة المعدية وهو مشابه للطبقة المخاطية في الفقريات) . تمتلك اكلات النسيج والمخاط بطانة معدية مستمرة continions gastrodermis بينما تتصف المثقبات وحيدة المنشأ آكلات الدم sanguinivorous اعتيادياً ببطانة معدية منقطعة discontinious او متساقطة deciduous حيث يعوض جميع النسيج الطلائي عند التهام كل وجبة طعام ولو انها ليست كذلك في Diclidophora . توجد هذه الحالة ايضاً في بعض المثقبات ثنائية المنشا Digenea. التي تتغذى على الدم يوجد ايضاً اختلاف في العمليات الهضمية بين تلك الرتب فالـ Monopisthocotylea تهضم موادها الغذائية خارج الخلايا في داخل تجويف الامعاء او في حالات نادرة خارج الجسم كما في حالة Entobdella بينما الهضم في Polyopisthocotylea يكون خارج الخلايا وكذلك داخل الخلايا تمت دراسة العمليات الهضمية في المثبة **Diclidophora merlangi** (من رتبة Polyopisthocotylea) وهو طفيلي شائع في خياشم سمك الابيض whiting في المياه البريطانية بشيء من التفصيل من قبل Halton ومساعديه (شكل ٢ ـ ٣) يتغذى هذا الطفيلي على دم المضيف وعملية هضم وجبة الدم تتبع طرازاً ثنائي الطور biphasic pattern يبتديء الطور خارج الخلايا في البلعوم الامامي prepharynx وقد تساعده افرازات من على الأقل احدى الغدد الثلاثة الموجودة في الجزء الامامي للقناة الهضمية (شكل ٢ ـ ٣أ) يحدث الطور الثاني لعملية الهضم داخل الخلايا في داخل خلايا الهياتين haematin cells لاعوري الامعاء (شكل ٢ ـ ٣ب) ان البطانة المعدية الاعورية cecal gastrodermis غير مستمرة ولكنها تتكون من تداوب خلايا هياتينية وخلايا رابطة والخلايا الاخيرة توفر الاسناد للثانية . يتم امتصاص الهيموكلوبين بواسطة البلعمة الحلوية endocytosis او الشرب الخلوي pinocytosis عبر الزغابات الدقيقة microvilli لخلايا الهياتين وتتكون خلال هذه العملية حويصلات vesicles . هناك علاقة عددية مباشرة بين تلك الحويصلات ووجود دم المضيف في التجويف المجاور او التاخم للاعور وعادة ما يكون في داخل الهياتين فان الهيموكلوبين يهضم بواسطة انزيمات من الشبكة البلازمية الداخلية المحببة granular encloplasmic reticulum ومعبئة في جهاز كولجي . تزال نفايات الهياتين الباقية من الخلايا



A. THE UPPER ALIMENTARY TRACT WITH ITS ASSOCIATED GLANDS



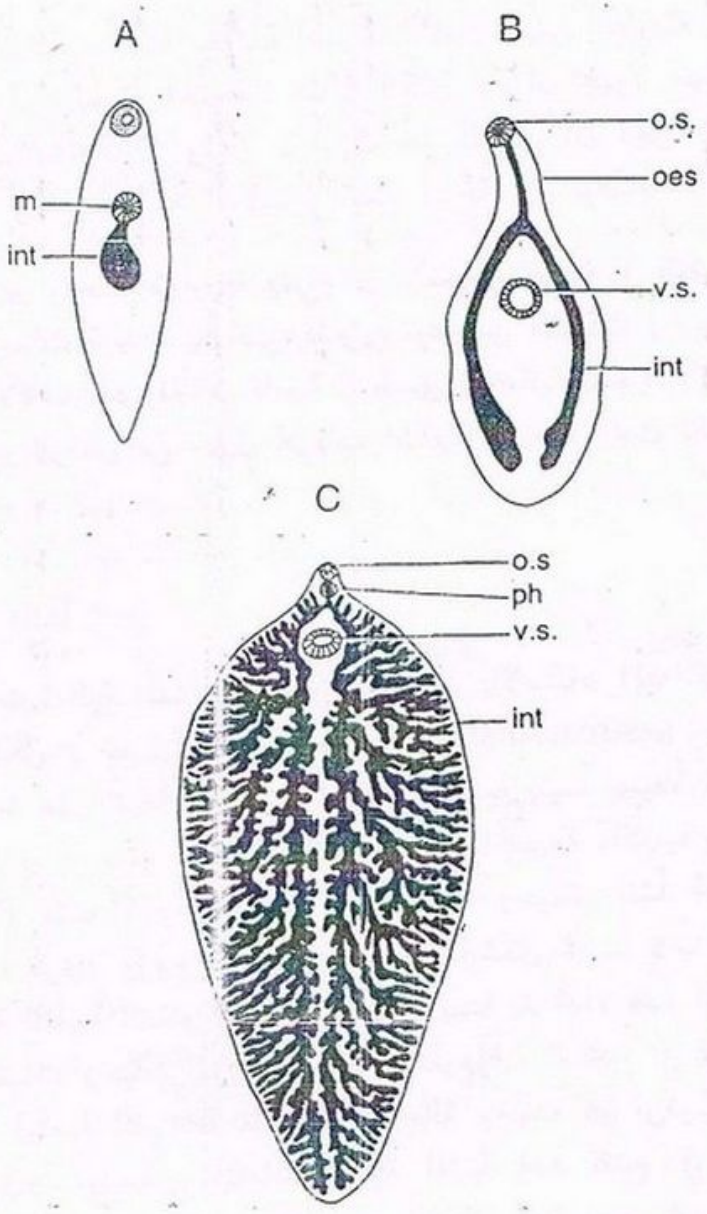
شكل ٢ ـ ٣ . الجزء الامامي من المعي وعملية الهضم في المثقبة ا وحيدة المنشأ
(whiting)) من غلاصم السمكة البحرية Diclidophora merlangi
أ ـ معاد رسمه عن Morris, G.p, Halton, D.W. (١٩٧٥)
ب ـ معاد رسمه عن Halton, D.W. (١٩٧٥)

الهضمية بواسطة عملية مستمرة معاكسة للشرب الخلوي وليس بالطريقة البديلة التي تشتمل على سلخ كل الطبقة الخلوية . هناك الكثير لايزال مجهولاً حول العمليات الهضمية في .Diclidophora وتبين دراسات علم الشكل ان الجزء الامامي من المعي معقد جداً ولكن اهميته الوظيفية تبقى بحاجة الى توضيح .

ان كلمة تحذير واحدة ضرورية وهي ان التعميمات المبينة في الفقرات السابقة اعتمدت على دراسات تزيد قليلاً على عشرين نوعاً من المثقبات وحيدة المنشأ من بين العديد من الآلاف المعروفة ان قابلية التطبيق الاجمالية لهذه البيانات يجب ان تنتظر التأكيد او الرفض من خلال تحريات اضافية في حقل بحث نالة الكثير من الاهمال .

المثقبات ثنائية المنشأ :

تضم المحزمات ثنائية المنشأ مجموعتين رئيستين بالاستناد الى التركيب العياني لقناة الطعام (شكل ٢ ـ ٤) المجموعة معدية الفم gastrostomata تمتلك فما بطنيا يقع في مكان ما على امتداد الجسم ولها امعاء تشبه كيساً بسيطاً simple sac (شكل ٢ ـ ٤أ) بينما القناة الهضمية في المجموعة الثانية امامية الفم Prosostomata تشبه كثيراً شيلتها في المثقبات وحيدة المنشأ تحتوي على فم امامي ، بلعوم ، مرىء وزوج من اعور الامعاء (شكل ٢ ـ ٤ب ، جـ) يكون الفم في المجموعة الثانية العضو الرئيسي للتغذية بينما يتم اداء هذه المهمة جزئياً في العديد من المثقبات وحيدة المنشأ بواسطة البلعوم ان البلعوم في المثقبات ثنائية المنشأ من نوع امامية الفم prosto ne في حالة وجوده هو تركيب عضلي فعال يؤدي الى المرىء . ولبعض المثقبات ثنائية المنشأ غدد تفتح في المرىء ولكن لاتعرف وظيفتها النموذج الاساس الاعوري الامعاء ربما يصبح محوراً اما بواسطة درجات مختلفة من التفرع او بواسطة الاتحاد ويظهر انه لاتوجد علاقة بين شكل الامعاء وغذاء الطفيلي فيتغذى **Haemataloechus mediaplexus** والـ **Haplometra cylindracea** مثلاً على دم مضائفها البرمائية ويمتلك كل منهما امعاء بسيطة ذات فرعين (شكل ٢ ـ ٤ب) بينما حلزون الكبد **Fasciola hepatica** التي من المحتمل انها تتغذى على الدم جزئياً لها شبكة معوية متفرعة كثيراً (شكل ٢ ـ ٤جـ) والاعوران في ديدان المنشقات Schistosomes متفرعان في الجهة الامامية ويتحدان لتكوين تركيب منفرد الى الخلف من الحجم البطني ventral suctcer تتمتع المثقبات التي تعود لعائلة Sanguinicolidae التي تضم طفيليات دموية في الفقريات المتغيرة درجة الحرارة poikilothermic بامتلاكها امعاء على شكل الحرف H .



شكل ٢ ـ ٤ اشكال قناة الطعام في المثقبات ثنائية المنشأ المرسومة مستندة على رسوم Dawes (١٩٦٨) .
0.5: محجم فمي oes: مريء int: امعاء v.s محجم مبطن ph: بلعوم

ينتهي اعورا الامعاء في معظم المثقبات ثنائية المنشأ بنهاية مسدودة ولكنهما يفتحان الى خارج الجسم عن طريق فتحة شرجية في انواع خاصة من شوكية الفم echinostomes مثلاً يفتح اعورا الامعاء في القنوات الابرازية excretory canals لبعض مثقبات الاسماك الثنائية المنشأ (مثل Acanthostomum spp) وكذلك (Schistorchis carneus) فتحة شرجية خفيفة او حتى زوج من الفتحات الشرجية . ان الاهمية الوظيفية للشرج في المثقبات ثنائية المنشأ غامضة حيث ان النفايات الناتجة من التغذية والهضم تطرح عادة عن طريق الفم .

ومن المدهش ان نجد ان هناك اهتماماً قليلاً حول الاحتياجات الغذائية في المثقبات ثنائية المنشأ والانواع التي درست بشكل جيد هي الانواع ذات الاهمية الاقتصادية مثل حلزون الكبد **Fasciola nepatica** والمنشقة المانسونية **Schistosoma mansoni** وكما هو الحال في المثقبات وحيدة المنشأ فان المثقبات ثنائية المنشأ تلتهم اما النسيج الطلائي او دم المضيف . تضم الانواع آكلة الدم **Haematoloechus medioplexus** و **Haplometra cylinclracea** و **Azygia spp** وكذلك **Schistosoma spp** وتشمل الانواعَ المتغذية على الانسجة **Opisthoglyphe ranae** و **Gorgoderina Vitelliloba** و **Pleurogenes spp** وكذلك **Plagiorchis sp** يبدو أن بعض الانواع مثل **Diplodiscus subclavatus** و **Faseiola hepatica** قادرة على التغذي على كل من الدم والانسجة الاخرى على السواء .

ان عملية التغذية في العديد من المثقبات ثنائية المنشأ تتم بمساعدة افرازات تنبعث من غدد مرتبطة مع الهجم البطني مثال ذلك ان **Haplometra cylindracea** تفرز استريس غير متخصص non-speaific esterase يعتقد ان انه يحلل انسجة المضيف اثناء التغذية وينتج **Opisthoglphe ranae** افرازاً مخاطياً ربما يؤدي الى حماية الدودة من الانزيمات الحمضية للمضيف .

ان للبطانة المعدية للامعاء للمثقبات ثنائية المنشأ مدى مظهرياً مشابهاً لما لوحظ في المثقبات وحيدة المنشأ فالنسيج الطلائي يكون اما مستمراً او غير مستمر وكذلك فان المساحة السطحية للامعاء تزداد في كل الانواع التي تمت دراستها بشكل كبير بوجود الزغابات الدقيقة .(ان هضم الغذاء يحدث بشكل اولي في داخل المعي ولكن هذه العملية ربما تتم داخل خلايا البطانة المعدية بعد امتصاص المواد المهضومة جزئياً .)

التغذي والهضم في حلزون الكبد والمنشقات :

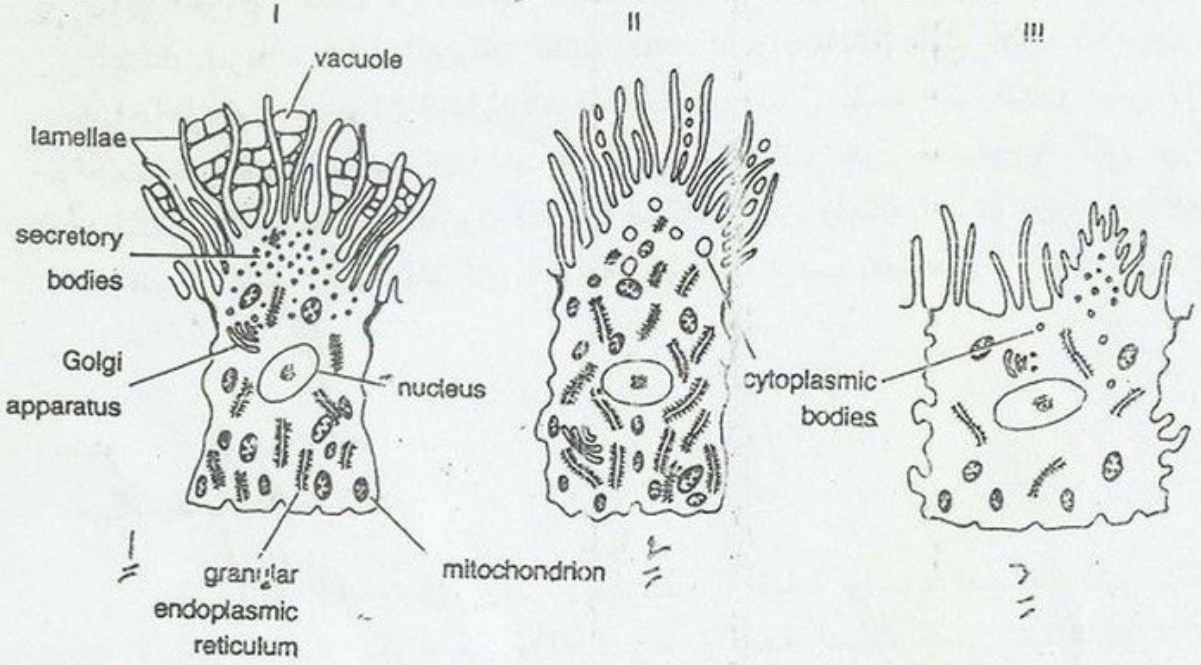
بما ان معرفتنا عن التغذية والهضم في المثقبات ثنائية المنشأ تعتمد الى حد كبير على دراسة تلك العمليات في حلزون الكبد **Fasciola hepatica** والمنشقة المانسونية **Schistosoma mansoni** فمن المفيد دراسة التغذية في النوعين اعلاه ببعض التفصيل .

تتغذى المنشقات على الدم بشكل مطلق وقد عرف منذ زمن غير قصير بان كريات الدم الحمر للمضيف يتم اكلها وتحللها بسرعة في داخل تجويف اعوري الامعاء يلتهم الشريك الذكر للمنشقات الموجودة بشكل ازواج بصورة دائمة حوالي

٣٠,٠٠٠ كرية حمراء / ساعة في الحي بينما الدودة الانثى لها شهية تعادل عشرة اضعاف ذلك وقد تم توضيح هذا باستعمال كريات دم حمر معلقة بالكروم المشع radio-chromium labellcd red blood cells حقنت في فئران مصابة ان المعي في المنشقات سوداء اللون بشكل متميز بسبب وجود حبيبات الهياتين الناتجة من تحلل الهيموكلوبين haemoglobinolysis وهذه النفايات يتم ازالتها على فترات بواسطة التقيؤ regurigitation . تفرغ المنشقة المانسونية امعاءها بصورة كاملة كل (٣ ـ ٤) ساعات وتنتج الدودة الانثى اربعة اضعاف ماينتجه الشريك الذكر من الهياتين . ان الدراسات التجريبية على المنشقة المانسونية في الفئران تشير الى ان الدودة يمكنها دمج احماض امينية من هيموكلوبين الكرية الحمراء للفأرة الى بروتينها وقد اقترح بان البيبتيدات peplides الناتجة من التحلل غير الكامل للهيموكلوبين ربما تمتص عبر البطانة المعدية للقناة الهضمية للدودة وتدمج بدون تغيير مع بروتين المح ومع ذلك يبقى هناك بعض الشك حول الاهمية الدقيقة للهيموكلوبين في تغذية المنشقات حيث تم عزل انزيم واحد فقط محلل للبروتين proteolytic enzyme من المعي للمنشقة وتنقيته جزئياً . لهذا الانزيم الفة قوية high affinity للكلوبين الفطري native globin ويؤدي وظيفته بالشكل الافضل في اس هيدروجيني pH ٣,٩ ان نواتج تحلل الهيموكلوبين ليست احماضاً امينية كما قد يتوقع ولكن بيبتيدات صغيرة . للمنشقة الانثى احتياجات كبيرة الى البروتينات والاحماض الامينية في غذائها لكونها قد تنتج او تطلق الى حد (٣٠٠) بيضة باليوم ويمكن ان يستمر ذلك لعدة سنوات على امتداد دورة حياتها وهذا المعدل في انتاج البيوض يكلف الانثى ١٠٪ من وزنها في اليوم تؤيد الدلائل التي حصل عليها من زراعة المنشقة المانسونية في الزجاج الرأي ان الكريات الحمر او بشكل ادق الكلوبين هو ضروري للنمو الواقي للدودة وبقاءها حية . اي ان الديدان لن تنمو في الوسط الزرعي غياب كريات الدم الحمر . اضافة الكلوبين المنقى الى الوسط الزرعي يزيد من فترة بقاء الديدان حية . ان الاهتمام بتغذية المنشقات هو اكثر من كونه اكاديمياً حيث ان معرفة كاملة عن متطلبات تغذية الديدان ربما تسمح اخيراً عرقلة علاجية لانتاج البيض في الانسان المصاب وسيكون لهذا اهمية كبيرة حيث ان داء المنشقات مرتبط بشكل اولي مع اعداد بيوض المنشقات المنطلقة التي تبقى فيما بعد محصورة داخل انسجة جسم الانسان .

ان تغذية حلزون الكبد **Fasciola hepatica** على الدم غير موثقة جيداً كما هي في المنشقات وهي في الحقيقة موضع جدل من قبل العديد من الباحثين ومن المعقول الافتراض بان حلزون الكبد يمكن ان يلتهم الانسجة الطلائية لجدران القناة الصفراوية bile duct وكذلك كريات الدم الحمر . لقد اقترح بان حلزون

الكبد يكشط الغشاء الطلائي لمفرط في التكاثر الناتج في القناة الصفراوية كاستجابة لوجود الطفيلي . تبين الدراسات في الزجاج التي اجريت على تغذية حلزون الكبد بان الدودة قادرة على هضم الكريات الحمر والتخلص من الحديد كناتج عرضي (نفايات) وتتم عملية الهضم داخل الخلايا وخارجها بالمقارنة مع المنشقات حيث تهضم الكريات الحمر فقط في تجويف الامعاء . تحدث في حلزون الكبد دورة تغذية غريبة شوهد اثناءها ان البطانة المعدية تمر بتغير مظهري جوهري . ان البطانة المعدية غير منتظمة في مظهرها فالخلايا تتراوح في شكلها من العمودي columnar الى حرشفية squamons تتميز الديدان الجائعة ببطانة معدية عمودية تستقر فيها انزيمات هضمية (استريس غير نوعي non-specific esterase) في الجزء القاعدي من الخلايا (شكل ٢ ـ ٥) تتجمع تلك الانزيمات



شكل ٢ ـ ٥ الاختلافات في المظهر الخارجي للخلايا المبطنة لغطاء الامعاء في حلزون الكبد **Fasciola hepatica** .

المجموعة الاولى من الخلايا الاكثر انتشاراً موجودة بعناقيد من ٤ ـ ٧ خلايا . عمودية ٢٥ ـ ٤٠ مايكرون طولاً . تحتوي القمم على صفائح عديدة معزولة بواسطة فجوات ، الشبكة البلازمية الحبيبية الداخلية موجودة بوفرة ، تزداد الحبيبات الافرازية بالعدد من المراحل الاولية الى المراحل المتأخرة من النمو .

المجموعة الثانية من الخلايا : خلايا عمودية ٢٠ ـ ٣٥ مايكرون طولا لاتحتوي القمم على اجسام افرازية لكنها تحتوي على العديد من الاجسام السايتوبلازمية المحتوية على مواد غشائية ملتوية . هناك العديد من الصفائح المعزولة بفجوات ، ويوجد في الادوار الاخيرة من نمو هذا النوع من الخلايا اختزال في عدد من الصفائح .

المجموعة الثالثة من الخلايا : خلايا مكعبة ١٠ × ٢٠ × ١٠ - ٢٠ مايكرون صفيحات قصيرة هناك العديد من المايتوكوندريا . الاجسام الافرازية القمية غير موجودة . ان خلايا المجموعة الاولى هي ذات وظيفة افرازية غالباً والمجموعة الثانية تقوم بوظيفة الامتصاص غالباً . ان تسلسل انواع الخلايا من واحد الى ثلاثة تمثل دورة فعالة أو وظيفة خلية مبطنة للامعاء .

معاد رسمه بشكل مبسط عن threadgold L.T, Robinson. G (١٩٧٥)

تدريجياً في الجزء القمي من خلايا البطانة المعدية وعند تناول وجبة دم فان الخلايا الغنية بالانزيم تنفجر في قمتها وتطلق قطيرات blebs من الانزيمات في تجويف الامعاء وتختلط الكتل الصغيرة من الانزيمات بسرعة مع محتويات المعي وتبدأ عملية الهضم ويظهر ان وجود الطعام الفعلي في الامعاء يكون الحافز لانطلاق الانزيمات الهضمية ثم يتم تحلل الهيموكلوبين المهضوم جزئياً في خلايا البطانة المعدية وينقل الحديد وهو اهم النفايات خلال النسيج الخشوي ويزال عن طريق الجهاز الابرازي (ان المشتقات تحل مشكلة الحديد غير المرغوب به والناتج عن هضم الهيموكلوبين بشكل مختلف وذلك بتقيؤ محتويات المعي وبعد هذا عادة تكييفاً متقدماً اكثر لعادة التغذي على الدم في المنشفات فان البطانة المعدية ثابتة بينما يوجد في حلزون الكبد معدل عالي من تحول نسيج البطانة المعدية بموازاة الحاجة الى اخراج الحديد من انسجة الجسم . توجد بعض الادلة على ان حلزون الكبد يمتلك انزيمات محللة للبروتين proteolytic enzymes التي تحلل الكلوبين الى احماض امينية حرة . تعمل الانزيمات بشكل افضل بقيمة رقم هيدروجيني (pH) منخفض ومن الواضح اننا نحتاج لتوسيع معلوماتنا حول فسيولوجيا المعي في تلك المثقبات (المنشقات وحلزون الكبد) بشكل خاص وامثلة اخرى من نفس المجموعة بصورة عامة ولكن المشاكل العملية ولو انها ليست مستعصية لكنها تمثل جدياً للباحث .

الديدان الخيطية

ان قناة الطعام في الديدان الخيطية الطفيلية والحرة المعيشة يطابق الطراز الاساس الوحيد مكونة من ثلاثة اجزاء واضحة المسلك الفمي stomodaeum الذي يشتمل على الفم ، الشفاه ، التجويف الفمي والبلعوم ، الامعاء intestine التي هي انبوب مستقيم وهي موقع الهضم والامتصاص والجزء الثالث هو المسلك المخرجي proctodaeum الذي يشتمل على المستقيم والشرج . يكون الجزء الاول والاخير مبطناً بالكيوتكل الذي ينفصل عقب كل انسلاخ moult . يظهر الجزء الامامي من المعي – في الديدان الخيطية درجة كبيرة من التغيرات المظهرية morphological variation وبصورة عامة فإن هذا يعكس عادات التغذية في الدودة . ان المنطقة الفمية في الديدان الخيطية الطفيلية عادة اقل تعقيداً من ذلك الموجود في الاشكال الحرة المعيشة ولكنه معقد في مجاميع كالديدان الشصية hookworms تتغذى الديدان الخيطية بواسطة المعي suction الناتج عن العضلات البلعومية القوية وكذلك بواسطة الاسنان في تلك الاشكال التي يمتلكها

كالديدان الشصية (الانكلستوما Ancylostoma) المتطفلة في معي ـ اللبائن ـ الامعاء مغلفة ببطانة معدية ذات زغيبات دقيقة وهي افرازية scretory وامتصاصه absorptive . معاً .

(ان الديدان الخيطية المتطفلة على الحيوانات يمكن ان تقسم الى اربعة مجاميع تبعاً لعادات تغذيتها . متغذيات feeders على محتويات المعي للمضيف (مثل الاسكارس Ascaris) متغذيات على النسيج الطلائي (مثل الانكلستوما Ancylostoma) متغذيات على الانسجة وتشتمل على اختراق النسيج (مثل الدودة المسوطية Trichuris) و تغذيات على سائل النسيج (مثل دودة الفلاريا Wucheveria) .

لا يوجد فعلياً دليل على امتصاص المغذيات عبر الكيوتكل transcuticular في الديدان الخيطية ويجب ان يعتبر المعي هو السطح المبني الوظيفي والاستثناءات لهذه القاعدة هي الديدان الخيطية المتطفلة على الحشرات entomophilic التي تتطفل على الحشرات مثل **Mermis nigrescens** المتطفلة في التجويف الدموي hoemococi للجراد locust وكذلك Bradynema طفيلي في ثنائية الاجنحة dipterans وفي النوع الاخير يضمحل الفم والشرج والمعي . ويتكون سطح زغيبي دقيق من الكيوتكل الذي يمكن ان تمر خلاله المواد الغذائية بينما الكيوتكل في النوع الاول يكون ناضجاً permeable للمواد الغذائية بالرغم من وجود قناة الطعام .

دور السطوح الخارجية للطفيليات في تغذيتها :

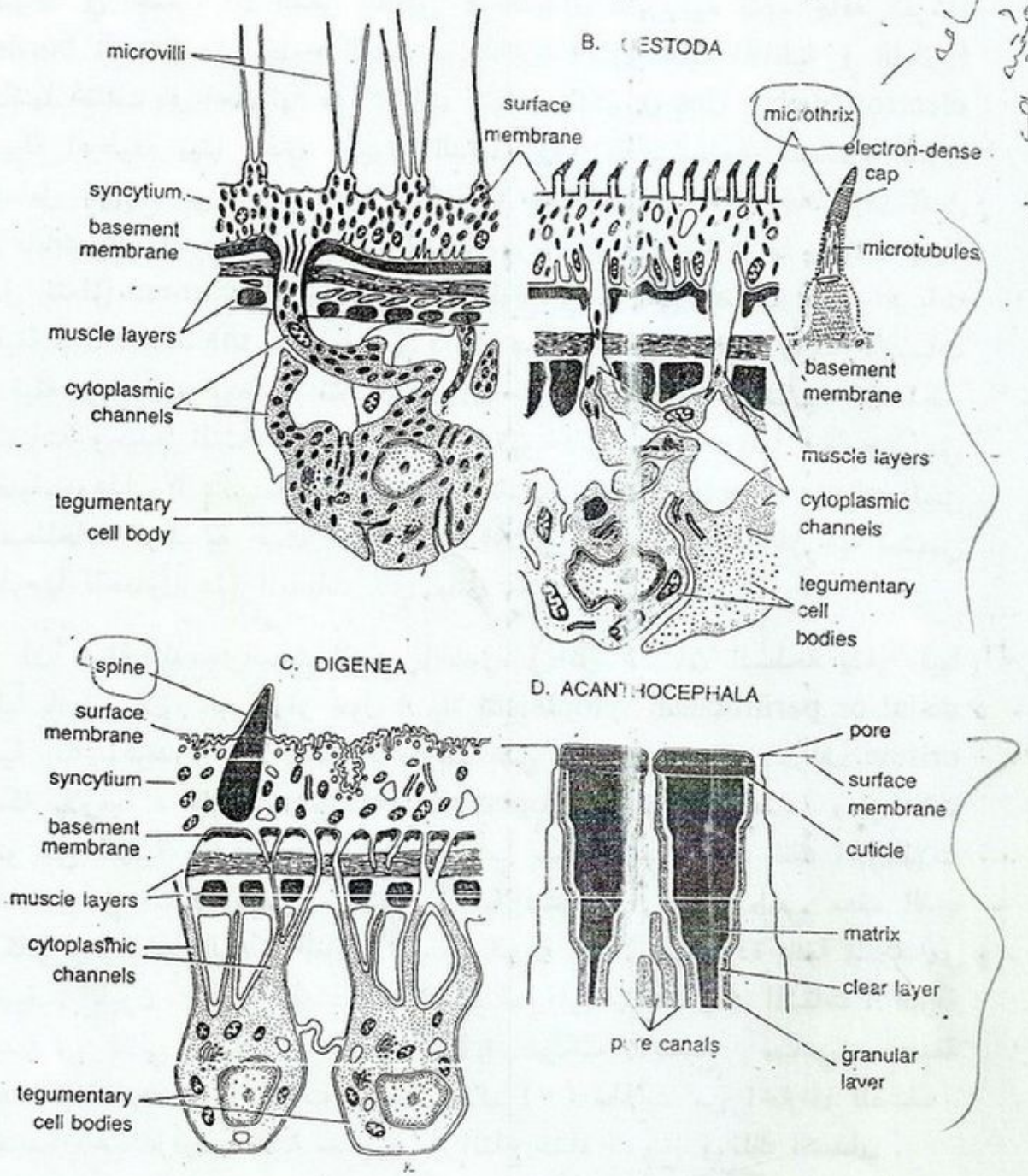
ان السطوح الخارجية في جميع الطفيليات الداخلية endoparasites تكون سطحاً بينياً غذائياً محتملاً potential nutritional interface بين الطفيلي ومضيفه . في حالة الديدان الشريطية Cestodes وشوكية الرأس Acanthocephala فإن انعدام القناة الهضمية يجعل سطح جسم الطفيلي الموقع للرئيس لاخذ المواد الغذائية بينما تلعب سطوح جميع الطفيليات الاخرى باستثناء للديدان الخيطية دوراً اغتذائياً مهماً .

ان الدلائل على الاهمية الاغتذائية لسطوح الطفيليات تأتي من الدراسات المظهرية والوظيفية وبخاصة بحوث نقل الغشاء لايونات وجزيئات عضوية صغيرة . وسوف ندرس كلاً من تلك الجوانب بالتعاقب .

التركيب المظهري لسطح الطفيلي

حتى مجيء المجهر الالكتروني كان مقبولا بصورة عامة ان الديدان المسطحة الطفيلية platyheltminth parasits مغطاة بسطح من الكيوتكل الذي بمقارنته مع الكيوتكل في مجاميع لافقرية اخرى اعتبر تركيباً واقياً وغير ناضج inıpermeable . نحن نعرف الان ان هذا ليس صحيحاً وعوضاً عن ذلك نجد ان السطح الذي يغطي تلك الديدان هو مدمج سايتوبلازمي فعال ايضاً ـ metabdically active syncytium والذي تغرس اجسام خلاياه ـ عميقاً في نسيج الدودة الحشوي الذي يقع تحته . وبذلك يدعى السطح بالجلد tegument ولو ان المصطلحات integument او البشرة epidermis يظهر انها قابلة للتبادل من التشابه بين التراكيب الجلدية في المثقبات وحيدة المنشأ والمثقبات ثنائية المنشأ والديدان الشريطية يشجعنا لمناقشتها معاً (شكل ٢ ـ ٦) .

يتكون جلد الديدان المسطحة من طبقتين واضحتين . طبقة خارجية تتكون من مدمج سايتوبلازمي لا يحتوي على نوى anucleate syncytium وطبقة داخلية تحتوي على نوى يحيط بمنطقة المدمج السايتوبلازمي من الخارج غشاء بلازمي plasma membrane ومن الداخل الغشاء القاعدي basement membrane ويقع الى خارج الغشاء البلازمي ما يدعى كأس سكري glycocalyx أو غشاء ضبابي fuzzy coat طبقة ايونية متعددة polyanionic layer ذات سمك مختلف وغنية بالمواد السكرية ويظهر ان اثناء طبقة الكأس السكري يختلف تبعاً لطرق التثبيت fixation fechniques المتبعة . لقد دلت دراسات استعمال العناصر الاستشفائية المشعة radioactive tracer بان الكاس السكري والغشاء البلازمي ربما ينشأ في حويصلات vesicles تتكون بواسطة جهاز كولجي Golgi apparatns للخلايا الجلدية ان الوصف الدقيق لسطح الجلد مختلف كثيراً في الديدان ليس فقط من مجموعة الى اخرى لكن في اجزاء مختلفة من جسم الدودة الواحدة . مثلا في حلزون الكبد تظهر في بعض اجزاء السطح انغمادات invagination بينما تكون مساحات اخرى ملساء تماماً ويتميز سطح المثقبات الثنائية المنشأ بوجود الاشواك spines المغروسة في منطقة المدمج السايتوبلازمي للجلد وتكون مغطاة من الخارج بالغشاء البلازمي وتختلف كثافة تلك الاشواك كثيراً فوق سطح الدودة وتكون اقل انتشاراً في الجزء الخلفي . يعتبر سطح الديدان الشريطية غير اعتيادي في احتوائه على العديد من البروزات الزغابية الدقيقة الناشئة من السطح تدعى الشعر الدقيق microtriches . توجد تلك التراكيب في كل مجاميع الديدان الشريطية التي تم فحصها من الاشكال البسيطة proteocephalidea الى Cyclophyllidea بصورة عامة تكون كثافة الخيوط



شكل ٢ ـ ٦ . تركيب سطوح الديدان طفيلية (عدا الديدان الخيطية) بالاستناد على دراسات دقيقة باستعمال المجهر الالكتروني .

الديدان المسطحة مغطاة بطبقة فعالة ايضاً وليس بكيوتكل كما كان الاعتقاد سابقاً تمتلك شوكية الرأس والديدان الخيطية: غطاءاً من الكيوتكل يكون في المجموعة الاولى مجهزاً بالفتحات بغزارة . تكون الابتدائيات مغطاة بغشاء بلازمي

أ ـ معاد رسمه عن Lyons, K.M (١٩٧٠)

ب ـ معاد رسمه عن Smyth ,J.D (١٩٦٩)

جـ ـ معاد رسمه عن Threadgold, L.T (١٩٦٣)

د ـ معاد رسمه عن Crompton, D.W.T (١٩٧٠) .

الدقيقة اقل في مناطق الرأس scolex والرقبة neck للدودة من المناطق الاكثر نضوجاً في الجسم . ان الشعر الدقيق في الديدان الشريطية تشبه جافة الفرشاة brush border على سطوح العديد من الخلايا (مثل الخلية المخاطية في اللبائن) ولكنها تختلف في احتوائها على نهايات كثيفة الالكترون electron dense tips مجهولة الوظيفة بينما تؤدي الخيوط الدقيقة الى زيادة المساحة السطحية للدودة (بعامل يتراوح من ٣ ـ ٦ مرات) فانها غير فعالة في هذا الجانب كما تفعل الزغابات الدقيقة في خلية مخاطية اللبائن وربما يكون ذلك لان لها وظائف بديلة مثل التعلق attachment والمحافظة على الموقع في ـ معي المضيف هناك انبيبات دقيقة microtubules تمر طولياً في داخل عمود الخيوط الدقيقة وتلك الانبيبات الدقيقة ربما تقوم بوظيفة نقل المغذيات من مكان لآخر والغريب ان سطح المثقبات وحيدة المنشأ هو ايضاً زغبي دقيق بالرغم من موقعها الخارجي على المضيف وهذا ربما يمكن تفسيره على اساس النشوء النوعي phylo genetic وليس بالمصطلحات الوظيفية حيث انه ليس من المحتمل بان الطفيليات الخارجية تستعمل سطوحها للحصول على المغذيات لاي مدى مهم .

ان طبقة المدمج السايتوبلازمي الجلدي في كل الديدان المسطحة يشار اليها غالباً بالسايتوبلازم البعيد او حول النواة distal or perinuclear cytoplaism غنية بالمايتوكوندريا التي تتميز باحتوائها على عدد قليل من الاعراف cristae شبكة بلازمية داخلية endoplasmic reticulum ، فجوات مختلفة وحويصلات تحتو على أغشية سطحية بديلة وكذلك كأساً سكرياً لقد درست تلك الحويصلات بالتفصيل في المنشقة المانسونيـة مثقبة ثنائية المنشأ له تركيب سطحي معقد الذي تتكاثر فيه أغشية السطح أثناء النمو من اليرقة larva الى دودة بالغة adult في المضيف اللبون . يكون الغشاء البلازمي لسركاريا cercaria المشقات ، اليرقة المحدية ؛ ثلاثي الطبقة trilaminate ولكنه يصبح سباعي الطبقة heptalaminate وذا ثنيات عميقة خلال (٣) ساعات من اختراق المضيف . ويعتقدان هناك أيضاً عملية مستمرة من انتاج غشاء السطح في تلك الديدان .

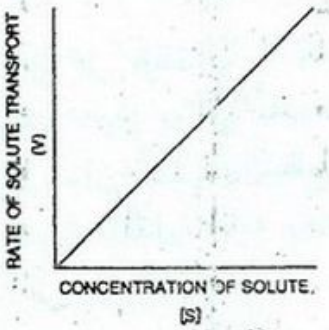
تكون الخلايا الجلدية في الديدان المسطحة موجودة في النسيج الحشوي تحت طبقات العضلات الدائرية circular والطولية long tudinal ويرتبط سايتوبلازم تلك الخلايا مع طبقة المدمج السايتوبلازمي بواسطة شبكة واسعة من نبيبات دقيقة تحتوي المنطقة الخلوية من الجلد على الانوية ، جهاز كولجي ، مايتوكوندريا شبكة بلازمية داخلية ويحتمل ان كل الديدان المسطحة لها معدل تحول عال ، لغشاء السطح مع تمثيل مواد غشائية جديدة داخل جزء الجلد المحتوي على الانوية .

ان تركيب الجلد في الديدان المسطحة كما يظهر بواسطة المجهر الالكتروني يتفق بشكل واضح مع وظيفته الايضية والغذائية اكثر من كونه للحماية البسيطة . وكما سنناقشه فيما بعد فان الجلد في الديدان الشريطية والمثقبات ثنائية المنشأ والى حد أدنى في المثقبات وحيدة المنشأ هو منطقة فعالة لتناول المغذيات .

ان سطح الجلد في شكوكية الرأس يختلف عما موجود في الديدان المسطحة الطفيلية فهو يتكون من خمس طبقات واضحة هي من الخارج كما يلي طبقة رقيقة من كيوتكل خارجي epicuticle تحتوي على مواد مخاطية سكرية معقدة mucopolysaccharides يقع الى الداخل منها الكيوتكل ثم طبقة مخططة stripped وطبقة ليفية fibrous يليها اعمقها الطبقة الشعاعية radial مستقرة على الغشاء القاعدي . ان منطقة السطح او جدار الجسم هو مدمج سايتوبلازمي فعال أيضياً كما يشير اليه وجود الانوية ، المايتوكوندريا الرايبوسومات ribosomes الاغشية البلازمية ذات الثنيات . وهو غني بالمواد العضوية مثل الكلايكوجين والدهون . ان الصفة المثيرة في اسطح شوكية الرأس هو وجود الثقوب العديدة التي تخترق طبقات الكيوتكل وتمتد خلال جميع جدار الجسم . كل ثقب مبطن بغشاء بلازمي ومحاط داخل طبقة حبيبية granular layer ويكون نفسه داخل مايبدو حزاماً واضحاً clear Zone . ان القنوات الناشئة من الثقوب تنقسم كثيراً اثناء امتدادها الى الداخل مؤدية الى زيادة كبيرة في المساحة السطحية . لايعرف كيف ان تلك الفتحات ونظامها من القنوات معنية بالحصول على المغذيات في شوكية الرأس ولكن يجب أن يكون دورها مهماً اذا اخذنا بنظر الاعتبار غياب المعي والطبيعة غير الناضجة لسطح الكيوتكل سنناقش الدلائل حول النقل عبر الغشاء في شوكية الرأس فيما بعد .

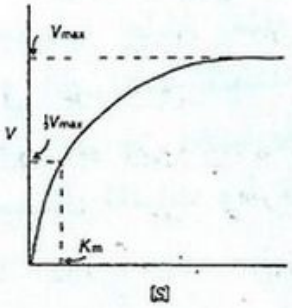
ان معظم الديدان الخيطية مغطاة بكيوتكل سميك ومتعدد الطبقات غالباً ويكون غير ناضج للمغذيات بالكيوتكل في دودة الاسكارس Ascaris يتكون من ثلاثة اجزاء رئيسية هي قشرة خارجية outer cortex التي قد تحتوي على الكيراتين keratin والكولاجين collagin وقشرة وسطية medain cortex التي تتكون من عدد من الطبقات البروتينية protcinaceous layers وطبقة داخلية ليفية fibrous محاطة بواسطة الغشاء القاعدي ان الطبقة البينية matrix في **Nippostrongylns brasilliensis** مملوءة بسائل غني بالانزيمات والهيموكلوبين . لايوجد دليل يؤيد ان كيوتكل الديدان الخيطية يقوم بامتصاص المواد الغذائية باستثناء الانواع المتطفلة على الحشرات . يقوم بهذه الفعالية في معظم الديدان الخيطية القناة الهضمية وما يرتبط بها من تراكيب .

1. SIMPLE DIFFUSION



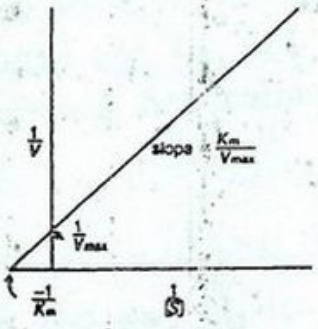
2. MEDIATED TRANSPORT

(FACILITATED DIFFUSION
OR ACTIVE TRANSPORT)



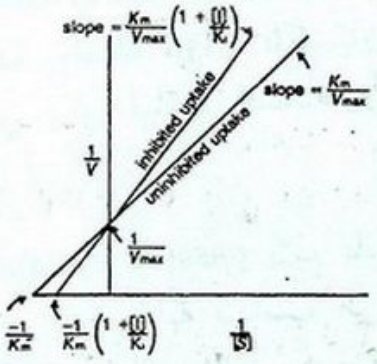
3. LINEWEAVER-BURK DOUBLE
RECIPROCAL PLOT

(BASED ON THE DATA IN GRAPH 2)



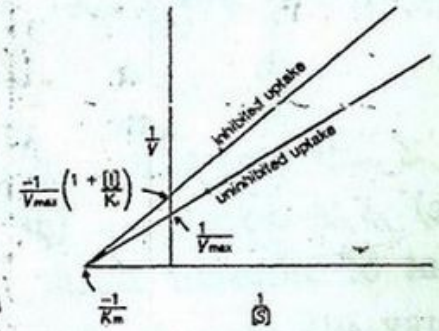
4. COMPETITIVE INHIBITION OF TRANSPORT

(Vmax REMAINS CONSTANT)



5. NON-COMPETITIVE INHIBITION OF TRANSPORT

(Km REMAINS CONSTANT)



شكل ٢ ـ ٧ حركية نقل الغشاء عمليا الامتصاص غير المثبط للمواد ذات الوزن الجزئي المنخفض بواسطة الطفيليات السليمة في الزجاج تطابق غالباً المنحنى الذي يكون مركباً من (١) وكذلك (٢) اعلاه . النقل الميسر من هو اكثر اهمية في تراكيز منخفضة من المادة الاساس ولكن في تراكيز عالية تدخل مواد اساس كثيرة بواسطة التنافذ البسيط K_1 = ثابت التثبيط (يمكن حسابه عن طريق التجربة كما في ٥ أو ٦ . [١] تركيز التثبيط ، Km ثابت النقل او ميجلس ، Vmax اقصى معدل للنقل . ($Km = \frac{1}{2}$).

دلائل مقنعة قليلة لوجود تلك الناقلات لكل مذاب فربما يفضل استعمال مصطلح بديل . يفضل المختصون بعلم الطفيليات استعمال المصطلح الموقع site او مكان و locus بدلاً من الناقل في حين استعمل باحثون آخرون مصطلحات مثل المنفذات permeases سنستعمل في هذا الكتاب المصطلح الموقع او النظام . system وبذلك نترك طبيعة عملية النقل مفتوحاً يشبه التنافذ الوسيط التنافذ البسيط في حركة المذاب اسفل منحدر كهروكيمياوي electrochemical gradient وبذلك لايمكن تجمع المذاب في اي جانب من الغشاء ووفقاً لذلك لاتستعمل طاقة لنقل الجزيئات في هذا النوع من التنافذ . ان العلاقة البيانية graphical relationship بين تركيز المذاب ومعدل انتقاله في التنافذ الوسيط هي ليست خطية non-linear وكلما يزداد تركيز المذاب فان معدل الامتصاص يقترب من الخط المقارب asymptote . يمكن منع نقل المذاب بواسطة التنافذ الوسيط بواسطة جزيئات شبيهه كيمياوياً تتنافس او تتداخل مع ارتباط المذاب في موقع الانتقال كما سنرى فيما بعد قد تتغير درجة خصوصية كل موقع نقل كثيراً من حيث ان صنف الجزيئات الذي يعود لنوع واحد يحول دون اخذ مذاب معين . ان النوعية المجسمة stereospecificity هي ميزة هذا النوع من التنافذ . فائدة هذا النوع من عملية النقل هو ان معدل حركة المذاب ربما تكون اكبر مما يمكن ان يحدث في التنافذ البسيط .

ان النقل الفعال مشابه حركياً الى التنافذ الوسيط ولكن في هذه الحالة تنتقل المواد المذابة الى اعلى صخر كهروكيمياوي وان الخلية تنفق طاقة ايضية metabolic energy وبذلك يسمح النقل الفعال بتركيز او تجميع المذاب داخل الخلية عندما يكون التركيز الاولي initial concentration للمذاب داخل الخلية يتعدى ذلك الموجود خارج الخلية . يتضمن النقل الفعال غالباً على حركة متزامنة لايونات الصوديوم . يمكن عرقلة نقل المذاب غالباً بواسطة تغير نقل الصوديوم مثلاً بواسطة اضافة الاوابين ouabain . كذلك يظهر ان النقل الفعال نوعية مجسمة ودرجات مختلفة من التثبيط كما هو في التنافذ الوسيط ولكنه يختلف في كونه حساساً للسموم الايضية .

الشرب الخلوي ويدعى غالباً شرب خلوي داخلي او خارجي تبعاً لاتجاه الحركة هو عملية نقل جزيئات كبيرة macromolecules حيث يتم بواسطته انتقال جزيئات كبيرة (مثل البروتينات) في حويصلات محاطة بالغشاء . قد يظهر الشرب الخلوي حركيات اشباع بما انه يتضمن الربط الاولي للجزيئات الكبيرة الى الغشاء قبل تكوين الحويصلة . قد تعرقل المثبطات الايضية مع عملية النقل من المعالجات المهمة الوثيقة الصلة بمناقشة نقل الجزيئات الى داخل الطفيليات هي استعمال

كائنات سليمة للمقارنة مع الاستعمال الواسع للانسجة المعزولة (مثل جني ايرلخ لخلايا الورم Erhlich ascites tumer cells) تحضيرات بكتيرية او حلقات ، عقد معوية معزولة) للعديد من دراسات النقل في الانواع غير المتطفلة وبذلك فان اسلوب الحيوان الكامل الذي استعمله المختصون بفسلجة الطفيليات يعرض نفسه لمشاكل تفسير غير متوقعة في انظمة الخلايا المعزولة وخاصة فيما يتعلق بالتراكيز الداخلية للجزيئات الموجودة بصورة طبيعية ولايمكن اخذ اي اعتبار لاختلاف التركيز داخل انسجة الجسم المختلفة للطفيلي السليم لم يتم التغلب على مشكلة تقسيم الجزيئات الى فئات لاي درجة مرضية . يجب فحص نقل المواد المذابة عبر جلد الديدان المسطحة المعزول ولكن التركيب المنتشر diffuse structure. لسطح الطفيليات المتعددة الخلايا يعوق ذلك (يحول دون ذلك) هذا الانتقاد مع ذلك لاينطبق على الابتدائيات وبالرغم من ذلك فقد تم الحصول على مجموعة كبيرة من المعلومات المهمة حول النقل عبر الجلد في الديدان الطفيلية بواسطة استعمال ظروف مختبرية مسيطر عليها بعناية .

حركيات ميكبيلس ـ مينتين Michaelis-Mentes kinetics :

صاغ كل من michaelis و Menten في عام 1913 معادلة لحساب معدل تفاعل انزيمي تعرف المعادلة بمادة باسميهما . ويمكن التعبير عنها كما يلي

$$V = \frac{V_{max}[S]}{[S]+K_m} \quad \text{or} \quad V = \frac{V_{max}}{\frac{K_m}{[S]}+1}$$

حيث ان V هي معدل التفاعل ، V_{max} السرعة القصوى ، Km_1 ثابت ميجيلس ان تركيز المادة الخاضعة لعمل الانزيم S المطلوب ان تهب نصف السرعة القصوى تطبق هذه المعادلة لتفاعل انزيمي قابل للتشبع ويفترض التكوين العكسي المعقد بين المادة الخاضعة لعمل الانزيم والانزيم

$$E+S \rightleftharpoons ES \rightleftharpoons E+P$$

حيث ان E هي الانزيم ، S المادة الخاضعة لعمل الانزيم ، ES المعقد الانتقالي transition complex ، P ناتج التفاعل . وقد لوحظ فيما بعد بان هذه المعادلة ستطبق بشكل جيد ايضاً في العملية القابلة للتشبع في نقل الغشاء كما يحدث في التنافذ الوسيط والنقل الفعال .

$$C+S \rightleftharpoons CS \rightleftharpoons C+S$$

حيث ان C هي ناقل غشاء افتراضي S المادة المنقولة CS المعقد المفترض تكونه بين الناقل والمادة الاساس الذي يفترض انها تنقل عبر الغشاء . هناك اختلافان مهمان بخصوص معادلة M-M عندما تطبق على النقل بالغشاء وليس في تفاعل انزيمي . اولاً من المحتمل انه لايوجد تغيير كيمياوي للمادة الاساس اثناء نقلها وثانياً خلافاً للانزيمات فان ناقلات الغشاء membrane carriers تنتظر التعرف عليها وعزلها ولذلك يجب اعتبارها افتراضيته وان وجودها فقط يدل ضمناً بواسطة وجود انظمة نقل قابلة للتشبع .

بالرغم من تطبيق معادلة بركيلس ـ فيتين [M-M] على انظمة النقل لايزودنا باية بصيرة للطبيعة الحقيقية لعملية النقل نفسها لكنها تزودنا بطريقة ملائمة جداً لمقارنة الكميات المتغيرة الحركية Kinetic Parrameters لانظمة مختلفة أو انظمة متشابهة في كائنات مختلفة .

نقل الجزئيات الى داخل الطفيليات :

نقل الكاربوهيدرات : ـ لقد تمت دراسة امتصاص الكاربوهيدرات في عدد قليل من الطفيليات فقط بضمنها ثلاثة انواع من السوطيات الدموية الابتدائية haemoflagellates (**Tvypanosoma (ewisi** ، **T.equiperdum**) (**T-gambiensc** نوعان من المثقبات ثنائية المنشأ (**Schistosoma mansoni**) و (**Fasciola hepatica**) اربعة انواع من الديدان الشريطية **Hymenolepis verticillatum, Taenia crassiceps, H.microstoma, dirminuta** (**Calliobotherium polymorphus minutus** نوعان من شوكية الرأس و (**Moniliformis dubius**) وعن الجدار المعوي لنوعين من الديدان الخيطية (**Trichuris vulpis, Ascaris suum**) راجع الاستعراض المفصل للنقل في الطفيليات من قبل Pappas and Read في عام ١٩٧٥

لقد وفرت الدودة الشريطية **Hymenolepis diminuta** نظاماً نموذجياً لدراسات النقل حيث يمكن المحافظة عليها بسهولة في المختبر وهي غير مرضية للانسان وكنظام فانها تعطي معلومات قابلة للنسخ فلا غرابة ان تتجمع معلومات كثيرة على نقل الجزيئات الغذائية في هذه الدودة في حين يعرف القليل حول الانواع الاخرى من الديدان الطفيلية لقد استعملت في معظم الدراسات على **H. diminuta** ديدان عمرها (١٠) أيام فقط وهي ديدان غير ناضجة Immature طالما ان انتاج لبيوض لايبدأ حتى اليوم السادس عشر في القناة الهضمية للجزء يعرف القليل حول النقل في الديدان البالغة والمراحل المبكرة

وهناك دراستان فقط على النقل في اليرقات الكيسانية cysticercoid larvae التي تم الحصول عليها من المضيف الوسط ـ نافس الطحين flour beetles ينقل الكلوكوز في الزجاج بفعالية عبر جلد **H. diminut** وتربط امتصاص الكلوكوز تنافسياً بواسطة بعض السكريات (3-0 1-deoxyglylcosc, ولكن ليس بوساطة سكريات (n.ethylglucosc α methanducosc D.allase اخرى (1-5 anhydro-D-mannitol L.fucose, Fructose) ـ (انظر جدول ٢ ـ ١) نظام الامتصاص هو نوعي مجسم معتمد على الحرارة وله Q10 (لدرجة حرارية تتراوح بين ١٥ ـ ٤٠°م) في ٢,٤ ويثبط بواسطة السموم

جدول ٢ ـ ١ معلومات حركية مختارة عن نقل الكاربوهيدرات في الديدان الشريطية

نوع الدودة الشريطية	الجزئية المنقولة	K_t(mM)	V_{max} ($\mu mol\ g^{-1}\ l^{-1}$)	المثبطات
Hymenolepis diminuta	الكلوكوز	٠,٠٧ - ١,٦	٤٠ - ٧٨٩	phlorizin galactose α-methylglucoside 3.0. methylglucose 6-desoxyglucose allose
	كالكتوز	٥	-	phlorizin
	كليسرول	٠,٢ - ٠,٤	٨٤ - ٩١	1,2-propanediol α- glycerolphosphate
H.microstoma	كلوكوز	٢,-	١٠٨٠	galactose phlorizin phloretin α- methylglucoside 1-deoxyglucose
Taenia crassiceps (يرقات)	كلوكوز	٠,٣	٢ -	α-.methylglucoside β-methylglucoside 6-deoxygalactose. phlorizin
	كالكتوز	٠,٨	٣٠	
Colliobothrium verticillatum	كلوكوز	٠,٦	٦٠	α-methylglucoside galactose. phlorizin

المعطيات عن Pappas and Read (١٩٧٥)

الايضية 2,4 dinitrophenol P--mercuribenzoate, iodacetate . تستطيع الدودة تجميع الكلوكوز فيما اذا حضنت في محلول من الكلوكوز ٥ ملي مول لمدة ٦٠ دقيقة ويصل الى تركيز داخلي ٢٥ ملي مول . لقد اقترح بان الكالكتوز galactose يدخل H.diminuta عن طريق نظام نقل الكلوكوز . تمتلك اليرقات الكيسانية cysticercoid نظام نقل مشابهاً للسكريات السداسية hexsoses وهكذا ليس غريباً على ضوء التشابه التركيبي بين سطح الدودة البالغة وجدار الكيس اليرقي . تنفصل الدودة الشريطية التي تعيش في قناة الصفراء في الفئران H.microstoma الكلوكوز بفعالة ايضاً

استخدمت الدراسات في الحي in vivo حول نقل الكاربوهيدرات بواسطة H.diminuta عقد معوية intestinal loops معزولة ومزالة من الجرذان المصابة ايضاً وقد سجلت باستعمال هذه التقنية ثلاث عمليات دخول قترامنة concurent entry وهي النقل الفعال ، التنافذ البسيط وعملية ثالثة تعرف سحب المذيب solvent drag تختلف المساهمة النسبية لكل منها مع تغير قيمة الرقم الهيدروجيني pH . من غير الممكن المقارنة بشكل مباشر بين نقل الكاربوهيدرات في الزجاج وفي الحي in vivo ولكن يجب التأكيد بانه في الوقت الذي يكون لاستعمال وسيلة في الزجاج قيمة غير مشكوك فيها لفحص أو دراسة انظمة معزولة فانها قد تخبرنا بالقليل حول ماذا يجري في الحي حيث تسود معقدات كيمياوية كثيرة .

تمتص الدودة الشريطية H.diminuta الغليسرول glycerol بواسطة كل من التنافذ البسيط والتنافذ الميسر . يثبط النظام الميسر بواسطة arsenite. iodacetate, α glycerophosphate, 1,2 propanediol بتأثر امتصاص الغليسرول ايضاً بوجود أو غياب ايونات الصوديوم Na^+ تغيير درجة الحرارة . وقيمة الرقم الهيدروجيني pH للوسط . يعتمد امتصاص الكلوكوز في كل الديدان الشريطية التي درست على تركيز Na^+ .

لقد تمت دراسة نقل الكاربوهيدرات في نوعين فقط من المثقبات ثنائية المنشأ Fasciola hepatica ، Schistosoma mansoni يدخل الكلوكوز الفركتوز ، مالتوز maltose ، كلوكوز امين glucosamine ، ورايبوز ribose خلزون الكبد ربما بواسطة عمليات نقل وسيطة ربما بواسطة تنافذ وسيط ويدخل الزايلوز xylose بواسطة تنافذ بسيط ويدخل الكوكوز كالكتوز 3.0 methylglucose ribose, inannose, glucosamine, 2-deoxyglucose (نظير الكلوكوز غير متأيض) المنشقة الماسونية بواسطة التنافذ البسيط وكذلك نظام وسيط قابل

للتشبع mediated Saturable system . بما تختلف الديدان الشريطية والمثقبات ثنائية المنشأ في نضوحيتهم للفركتوز فالدودة الشريطية H-diminuta غير ناضجة بينما المثقبات ثنائية المنشأ التي درست ناضجة لهذا النوع من الكاربوهيدرات

الدودة الشوكية الرأس Monilformis dublus لها انظمة نقل قابلة للتشبع aturable transport systems للعديد من السكريات N-acetylglucosaminc mannose 2 deoxyglucose، glucose .methylglucose 3.0 ، Fructose ، galactose . يشترك كل من glucose و 2-deoxyglucose في نفس الموقع للدخول . ان خول الكلوكوز غير معتمد على وجود ايونات الصوديوم ولا يثبط بواسطة الفلوريزين Phlorizin على عكس نقل الكلوكوز في ديدان مسطحة اخرى . تمتص Polymorphus minutus الكلوكوز ايضاً بواسطة نظام يظهر حركيات الاشباع saturation kinetics قد يكون نقل فعال .

لقد تم نقل الكاربوهيدرات في عدد قليل من الابتدائيات المتطفلة وقد اعير اهتمام خاص للسوطيات الدموية من جنس المثقبيات . تنقل الاشكال الدموية التي تعيش في اللبائن من I.g ambiense وكذلك I lewisi كاربوهيدرات مختلفة بواسطة انظمة مشبعة . تنقل المثقبيات T.gambeins glucose ، glycerol manose ، 2-deoxyglucose .

وكذلك Fructose ولكن ليس نظير الكلوكوز (3.0. methylglucose) توحي المعطيات الحركية Kinetic data بانه يوجد نظامان لنقل الكاربوهيدرات في المثقبيات الكامبية موقع الكلوكوز Sluc se sitc وموقع الفركتوز fructose site- والاخير ينقل على وجه الحصر من مكان لآخر الـ fructose و glucosamline . يثبط نقل fructose بواسطة عدد من الكاربوهيدرات (glucosamine, glyccrol. glucosc- وكذلك mannose. ، N. acetylglucosamine) التي لا تنقل خلال هذا الموقع . تدعى هذه الظاهرة الارتباط غير المثمر non-productive binding حيث ترتبط الجزئيات به ولكنها لا تنتقل او تغير مكانها بواسطة نظام نقل . يكون موقع الكلوكوز في المثقبيات T. gnmbicnse متخصصاً بشكل ملحوظ لذرات كاربون السكر السداسي في مواقع ١ و ٣ و ٤ و ٦ (بينت بواسطة قياس كفاءه التثبيط كدالة على التركيب الجزيء) يتطلب موقع الفركتوز ذرة كاربون رقم (٥) للسكر ليبقى بدون تغيير . للمثقبيات T. lewisi ايضاً اكثر من نظام نقل الكاربوهيدرات .

يثبط نقل الكلوكوز على عكس المثقبيات الكامية الـ 3.0. methylglucose. fructose . هناك بعض الادلة بان العمر او حالة النمو للكائنات الطفيلية قد تؤثر على معدل نقل الكاربوهيدرات وقد تم ايضاح ذلك في **H. diminuta** والمثقبيات الكامبية **I gambiense** .

نقل الاحماض الامينية :

ان الاحماض الامينية ليست كالكاربوهيدرات فهي غير مشمولة عادة في ايض الطاقة energy metabolism للطفيليات وتكمن اهميتها في صنع البروتين الذي يكون عالياً عادة في الديدان المتطفلة بسبب الأعداد الكبيرة من البيوض المنتجة . لقد درس نقل الحامض الامينى كثيراً في الدودة الشريطية ـ **H. diminuta** من قبل ريد Read ومساعديه في حين ان المثقبيات ثنائية المنشأ ، والسوطيات الدموية وشوكية الرأس اعيرت اهتماماً أقل .

وفي الابتدائيات تظهر الدراسات حول نقل اللايسين lysine في المثقبيات الكروزية T. cruzi الطفيلي المسبب لداء الشاكاس بعض الانحراف في نوعية الموقع من تلك التي تميز الكائنات الاخرى . يحدث امتصاص اللايستي وبشكل ملحوظ في الشكل الزرعي للمثقبيات الكروزية (الدور المشابه للطفيلي في الحشرة الناقلة خلال ثلاثة مواقع قابلة للتمييز حركياً الاكثر من هذا ان الاحماض القاعدية الاخرى لا تشارك تلك الطرق او المسالك لدخول اللايسين . يتأثر امتصاص اللايستن بواسطة الاحماض الامينية المتعادلة كما يلي . في الموقع (١) phenylalanine, tyrosine . في الموقع (٢) cysteine methionine ، وفي الموقع (٣) valine ، leucine ، isoleucine ، alanine ، proline glycine . توحي الطريقة التنافسية الجزيئة لتلك المثبطات بوجود بعض التداخل بين دخول الاحماض الامينية خلال مواقع اللايسين الثلاثة في القناة الهضمية للبائن . لا يوجد كمقارنة مثل هذه التفاعلات المتداخلة بين الاحماض الامينية المتعادلة والقاعدية . ان نقل لارجنين arginine بواسطة الشكل الزرعي للمثقبيات الكروزية هو ايضاً نموذجي في درجة نوعيته . ان الاحماض الامينية المتعادلة هي مثبطات تنافسية ـ Competitive inhibitors لنقل الارجنين بينما لا يكون للاحماض الامينية القاعدية لاخرى اي تأثير . تنقل المثقبيات الكامبية عدداً من الاحماض الامينية بواسطة عمليات قابلة للتشبع ويظهر ايضاً وجود عنصر تنافذ كبير او مهم يسود في تراكز عالية من الاحماض الامينية . تصبح اي دراسة في نقل المذاب في المثقبات ثنائية المنشأ معقدة بوجود المعي ـ ومع ذلك فمن الممكن

ربط البلعوم وبذلك يمكن فحص أو دراسة امتصاص الاحماض الامينية والكاربوهيدرات خلال الجلد ولو وجد عملياً ان الربط لايكون ضرورياً طالما لايوجد فرق في دراسات قصيرة المدى في معدل الامتصاص فيما اذا ربط البلعوم أو ترك مفتوحاً . نستعمل المنشقة المانسونية مجموعة مؤتلفة من الامتصاص الوسيط وتنافذ بسيط لامتصاص glycine glutamate ، tryptophan mcthionine ، alanine ، arginine . يدخل proline بشكل مطلق بواسطة نظام وسيط قابل للتشبع . هناك دلائل بان نقل الحامض الاميني في المنشقات هو غير اعتيادي في كون ان نقل الحامض الاميني المتعادل يثبط بواسطة الاحماض الامينية بالاضافة هناك تغير كمي في النفاذية للاحماض الامينية في المنشقة المانسونية اثناء النمو فالسركاريا الحرة السباحة هي غير نفاذة فعلاً الى methionine بينما المنشقات اليافعة schistosomula المخترقة حديثاً هي نوعاً اكثر نفاذية ولكن في الوقت الذي تكون الدودة قد استقرت . في المضيف لثلاثة اسابيع يكون جهاز النقل في الديدان البالغة نامياً .

وبالمقارنة مع المنشقة المانسونية يحدث نقل الحامض الاميني في حلزون الكبد بواسطة التنافذ البسيط فقط احالة غير اعتيادية تستحق اهتماماً اكثر .

يوجد في الدودة الشريطية **H. diminuta** ستة انظمة على الاقل متميزة حركياً لنقل الحامض الاميني تختلف نوعيتها كثيراً . تظهر الانظمة الاربعة للاحماض الامينية المتعادلة تداخلاً نسبياً مع الاحماض الامينية الحامضية والقاعدية من الجهة الاخرى تتفاعل بعض الاحماض المتعادلة مع موقع الاحماض الامينية الحامضية في حين ان نظام الحامض الاميني القاعدي له نوعية خفيفة جداً يحدث دخول كل الاحماض الامينية الى **H. diminuta** عن طريق النقل الميسر ولو ان التنافذ البسيط قد يتميز ايضاً في امتصاص البعض مثل Histidine proline . تمتص تلك الاحماض الامينية مع α -aminoisobutyric وكذلك cycloleucine بواسطة النقل الفعال . وهي لذلك تتجمع ضد منحدر تركيزي لاتوجد مثل هذه المعلومات للاحماض الامينية الاخرى لقد وصف تعقد نقل الحامض الاميني في **H. diminuta** في الحي من قبل Rced الذي اشتق صيغة بالاعتماد على معادلة ميكيلس ميتيين لحساب نقل حامض امين بوجود عدد كبير من الاحماض الامينية (مشابه للحالة التي تخص المعي في اللبائن) .

$$V_1 = \frac{V_{max}}{\frac{K_t}{[S]} + 1 + \frac{K_t[S_1]}{K_{t_1}[S]} + \frac{K_t[S_2]}{K_{t_2}[S]} + \cdots + \frac{K_t[S_n]}{K_{t_n}[S]}}$$

حيث ان V_1 تمثل سرعة امتصاص الحامض الاميني الغير مشبط $K_1.S$ هو ثابت ميكيلس او ثابت النقل . V_{max} السرعة القصوى للامتصاص الغير مشبط $[S_1]$ ، $[S_2]$ ... $[S_n]$ هي تراكيز الاحماض الامينية المثبطة المختلفة . اختيرت هذه المعادلة بواسطة دراسة تغيير امتصاص الـ methionine (V_1) بواسطة **H. diminuta** المحضونة في خليط من الاحماض الامينية المختلفة . القيمة المتوقعة لـ V_1 متحققة بواسطة القيمة الملاحظة فقط عند استبدال قيمة K_t مع K_i (ثابت التثبيط فيما يتعلق بالمثيونين) لكل حامض اميني في الخليط ، يحصل بعدها تناسب جيد . ان ثوابت التثبيط (K_i) دلالات عددية لالفة الجزيئة المثبطة لموقع النقل يتم تقديرها بطرق تجريبية مختلفة (أنظر شكل ٢ ـ ٧) .

توجد عدد من الاختلافات المهمة بين انظمة نقل الاحماض الامينية في الديدان الشريطية وفي اللبائن فمثلاً تحتفظ انظمة اللبائن بافضلية نوعية مجسمة محدودة تقريباً للـ L-eantimorph بينما تظهر بعض الديدان الشريطية الفة متساوية لكل من (L) ، (D) احماض امينية **H. diminuta** ، **H. citelli** والدور البرقي **Taenia crassiceps**) ، الاختلاف الاخر هو الافتقار الواضح في الديدان الشريطية للحاجة الى ايونات $\frac{Na}{Cl}$ L-enantimorph بازدواج مع نقل حامض أميني . معظم أنظمة اللبائن تحتاج او تتطلب ارتباط ايون لنقل حامض أميني بشكل كفوء .

هناك قلة في المعطيات حول امتصاص الحامض الاميني في شوكية الرأس فالديدان **Moniliformis dubius** و **Macracanthorhynchus hirudinaceous** كلاهما تمتص الاحماض الامينية بواسطة الانظمة الميسرة وبواسطة التنافذ البسيط . ينقل Lencin ، methionine بشكل فعال وان نوعية موقع نظام الـ memionine (كما قرر بواسطة دراسات تثبيطية) محدود او من مقتصر فقط للاحماض الامينية المتعادلة وحدها . ويظهر كما هو الحال في الديدان الشريطية لاتوجد حاجة لايونات الصوديوم لنقل الحامض الاميني .

معظم الديدان الخيطية كما قد لاحظنا تواً لاتمتص المغذيات عبر سطوحها الخارجية هناك دراسات قليلة حول امتصاص الاحماض الامينية بواسطة امعاء الديدان الخيطية .

نقل الدهون :

يعتبر هذا من اكثر الحقول المهمة في بحث التغذية والكيمياء الحياتية في الطفيلي . بصورة عامة لاتضع الطفيليات احماضها الدهنية دي نوفو الطويلة السلسلة Fatty acid de novo وانها لذلك تعتمد على المضيف لتزويدها بالاحتياجات الاساسية فالدودة الشريطية **H. diminuta** لايمكنها صنع احماض دهنية طويلة السلسلة ولكنها تستطيع استطالة سلسلة الاحماض الدهنية الممتصة وحدة او وحدتين من المثيلين methylene units باضافة وحدات من الاسيتيت acetate ولهذا فان امتصاص كل الاحماض الدهنية مهم هناك نظامان متميزان لنقل الحامض الدهني في **H. diminuta** احدهما دهنية ذات سلسلة اطول خاص للاحماض الدهنية قصيرة السلسلة (C8-C2) والآخر خاص لاحماض دهنية ذات سلسلة اطول (C24-C14) وقد سميت هذه الانظمة على نحو اعتباطي موقع الاستيت acetate site وموقع البالميتيت palmitate-site جدول ٢ ـ ٢ . يمتص الاسيتيت في **H. diminuta** بمعدل يعادل اربعة اضعاف البالميتيت . هناك حاجة لاملاح الصفراء bile salts في نقل الاحماض الدهنية الطويلة السلسلة ولكن ليس لنقل القصيرة السلسلة . قد يكون دور أحماض الصفراء bile acids غير مباشر حيث يعتقد انها لاتمتص بواسطة **H. diminuta** لكنها بدلاً من ذلك تصبح ممتزة على الجلد . ان نظامي نقل الحامض الدهني هو خاص لاحماض دهنية ذات طول سلسلة ملائم ولايتأثر الامتصاص باي صنف اخر من المركبات . يمتص الكوليسترول cholestrol بواسطة **H. diminuta** من محاليل متكونة من خليط مواد شبه غروية مع mono-olein و sodium taurocholate ان عدم قدرة الدودة على صنع الكوليسترول يقف عائقاً في خطوة تحويل الـ farnesol (pyrophosphate farnesol) الى squalene من الواضح ان تكوين محاليل شبه غروية بواسطة أحماض الصفراء يكون مهماً لامتصاص جيد لعدد من المركبات بواسطة احماض **H-diminuta** بضمنها الاحماض الدهنية الحرة والكليسيرينات الاحادية monoglycerides وكوليسترول من جهة اخرى يمكن ان يثبط نقل الكلوكوز بواسطة sodium taurocholate وهذا حقل ذو اهمية حيث ربما يفسر جزئياً الدور المفترض لاملاح الصفراء في تقرير نوعية المضيف لبعض الطفيليات ولو هناك حاجة لجمع الكثير من المعلومات قبل اي تأكيد .

ان نقل الحامض الدهني في مجاميع اخرى من الطفيليات مغفلة فعلياً يحصل حلزون الكبد على الاحماض الدهنية قصيرة السلسلة (الاسيتيت بيوتريت) بواسطة التنافذ البسيط ولكن توجد ايضاً دلالة بان الاسيتيت بما يدخل بواسطة نظام النقل الوسيط يشاركه في ذلك butyrate, valerate Propionate .

جدول ٢ ـ ٢ المثبطات وثوابت المثبطات (K_I)
في الدودة الشريطية **Hymenolepis diminuta**

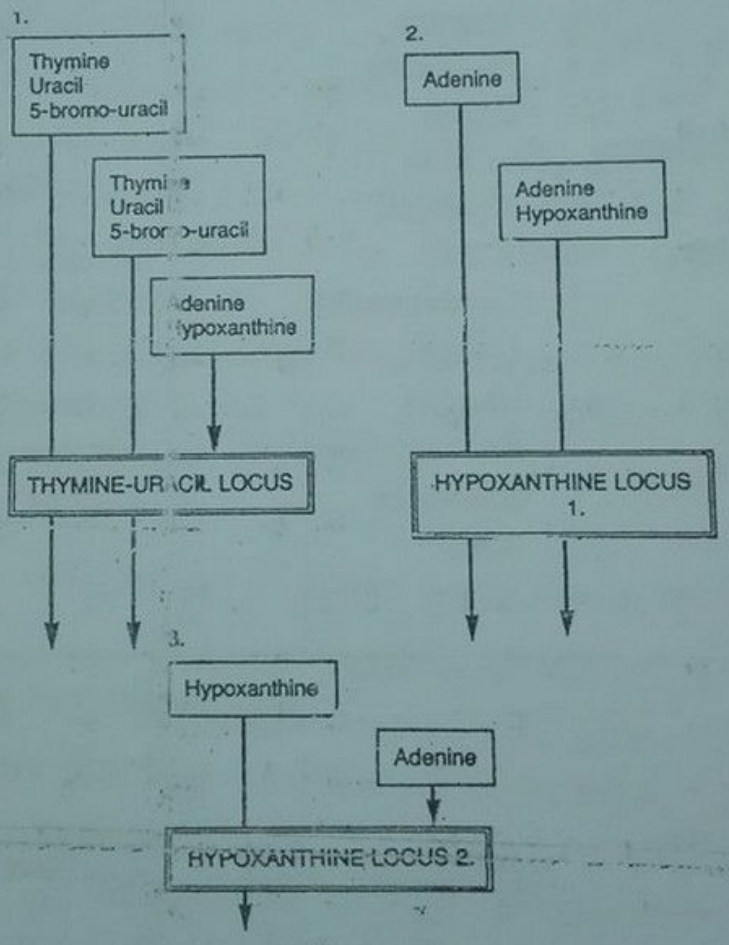
K_I (mM)	المثبط	
٦,٩	format	Short chain fatty acid
١,٣ (بالغة) ٥,٣ (يرقة)	propionate	acetate
٣,٦ (٣,٦) ١,٦ (يرقة)	butyrate	
٥,-	valerate	
٥,١	Octonoate	
٥,٤	acetate	butyrate
٤,٩	pentadecanoate	long chain fatty acid
٢,٣	heptadecanoate	palmitate
٢,٣	Stearate	
٣,٥	arachidate	
٤,٥	Oleate	
٣,٥	linoeate	
٥,٦	linolenate	
		Nucleic acids precursors
١,٢	hypoxonthine	Uracil
٤,٢-	thymine	
٦,-	adenine	hypoxanthine
١,-	hypoxanthine	adenine
٠,١	adenosine	Uridine
٠,١	AMP	
٠,٣	ATP	

المعطيات عن Pappas and Read (١٩٧٥).

نقل البيورينات Purines والبريميدات Pyrimidine

تمت دراسة امتصاص البيورين والبريميدين في الدوده الشريطية **H. diminuta** فقط . ان نقل تلك الجزيئات معقد جداً بالمقارنة مع الانظمة الاخرى . التي سبق مناقشتها في ان هناك على الاقل ثلاثة انظمة منفصلة فاعلة اثنين منها تشتمل على مواقع ارتباط متعدد multiple binding site بالاضافة يمكن ان ترتبط مركبات

مثبطة او منشطة بشكل غير مثمر لموقع ارتباط ولكنها نفسها لاتنقل . لقد اقترح papas و uglem و Read نموذجاً لتفسير المعلومات التي حصلوا عليها (شكل ٢ ـ ٨) ينقل thymine والـ uracil عن طريق التداخلات اللامجسمة allosteric interaction ويعتقد انه يتضمن موقعين ارتباط على الاقل . يحدث الارتباط غير المنتج (المثمر) في الـ adenirie والـ hypoxanthine في هذا الموقع . يوجد موقعان اضافيان مسؤولان عن نقل الـ hypoxanthinc يعرفان بموقع (١) وموقع (٢) ينقل الـ hypoxauthine والـ guanine والـ adenine خلال موقع (١) ويرتبط الـ adenine في موقعين منفصلين على المكان وينقل hypoxauthinc عن طريق الموقع (٢) الذي يربط adenine بشكل غير مثمر . ليس من الواضح لماذا يوجد مثل هذا النظام المعقد لنقل **H. diminuta** ستكون للدراسات على نقل الـ purines والـ pyrimidine في طفيليات اخرى قيمة لتقدير الطرز العامة .



شكل ٢ ـ ٨ النموذج المقترح لنقل اليبورينات والبريميدينات في الدودة الشريطية **Hymenolepis diminuta** حيث تمر الاسهم خلال موقع النقل يحدث الدخول الحقيقي للمادة الاساس . الاسهم التي لاتمر خلال الموقع تشير الى وجود ارتباط غير منتج بدون نقل . يظهر ان بعض المغذيات ترتبط الى موقع واحد في مكانين مختلفين .

نقل الفيتامينات

لقد جمعت معلومات تجريبية قليلة جداً حول احتياجات الطفيليات الى الفيتامينات ناهيك عن المعلومات حول امتصاص الفيتامينات ان احتياجات الدودة المريضة للانسان **Diphylobotherium atum** معروفة بشكل جيد ولكن لم يتم دراسة آلية الدخول . يدخل thiamine والـ riboflarin الدودة الشريطية **H. diminuta** بواسطة عملية النقل الوسيط ذات نوعية محدودة في حين يدخل pyridoxine والـ nicotinamide بواسطة التنافذ البسيط .

نقل الجزيئات الكبيرة (الشرب الخلوي)

هناك دراسات محدودة فقط حول امتصاص الجزيئات الكبيرة مثل البروتينات عبر سطوح الطفيليات . يمكننا التعميم بواسطة الاشارة بان العديد من الابتدائيات الطفيلية تحصل على الجزيئات الغذائية الكبيرة بواسطة الشرب الخلوي الداخلي endocy fosis في حين لايظهر ان الديدان الطفيلية تفضل هذه العملية . لايوجد كمثال ـ اي دليل على حصول الشرب الخلوي للجزيئات الكبيرة ferritin وكذلك horseradisb peroxidose. بواسطة **H. diminuta** بالرغم من ان تلك الجزيئات تمتز على سطح الدودة كما ان المثقبات ثنائية المنشأ **Fasciola hepatica** وكذلك **Haematoloechus med oplexus** لايمتصان مواداً غروية colloidal material عبر الجلد ولكن النوع الاخير يحصل على ferritin بواسطة الشرب الخلوي الداخلي عبر البطانة المعدية الاعورية cecal gastrodermis من جهة اخرى تمتص المنشقة المانسونية مادة البيروكسيديز horseradish peroxidase بواسطة الشرب الخلوي الداخلي عبر الجلد .

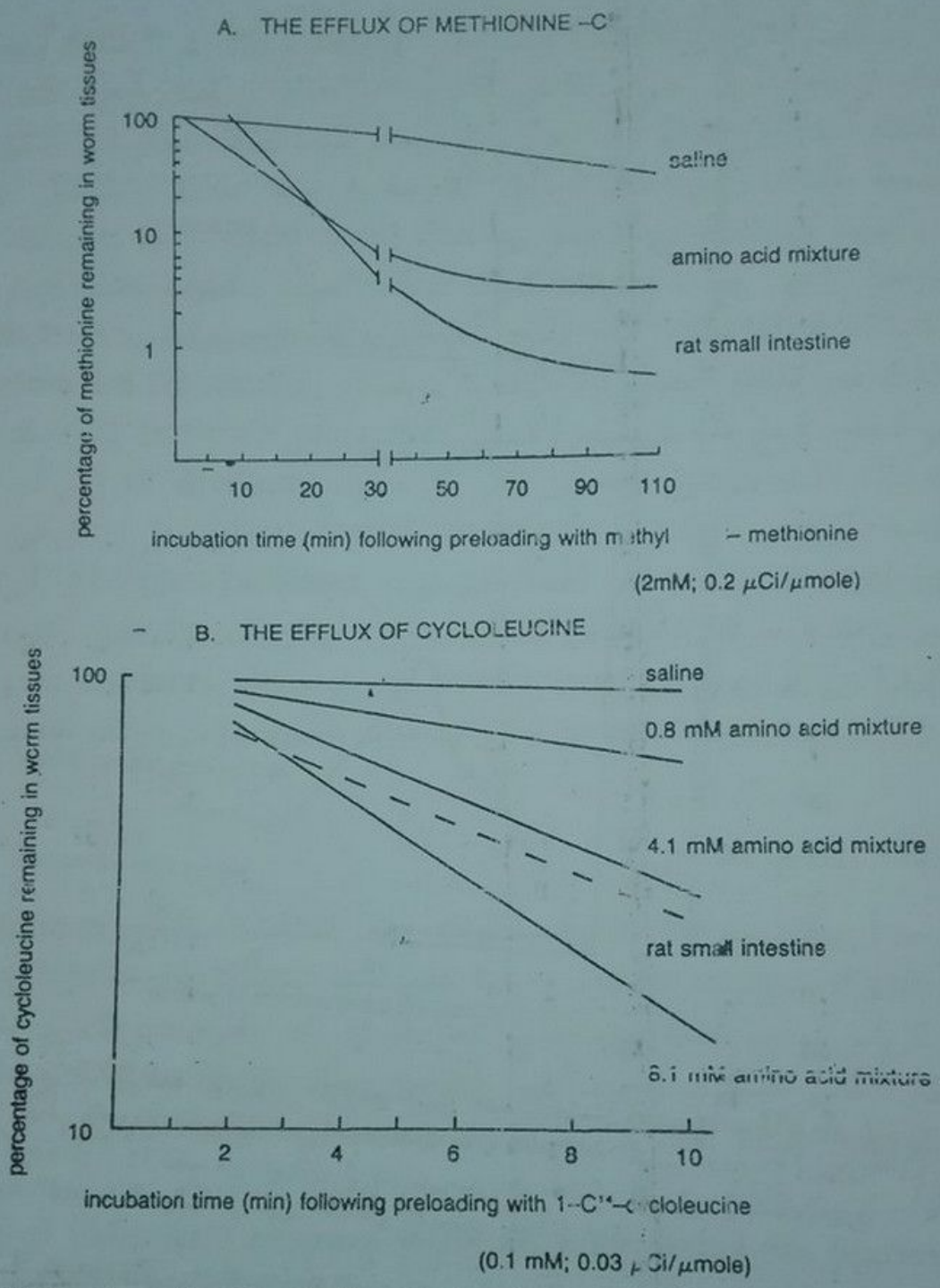
لقد تمت دراسة الشرب الخلوي الداخلي في عدد من الانواع الطفيلية من الابتدائيات فطفيلي الملاريا **Plasmodium sp** يتغذى على هيموكلوبين المضيف اثناء طور وجودها داخل الكريات الحمر intraerythrocytic من دورة الحياة يمتص الهيموكلوبين سلياً خلال الفم الخلوي cytostome بعملية يطلق عليها غالباً الالتهام phagotrophy كمضاد لـ osmotrophy التي هي امتصاص الجزئيات ذات الوزن الجزئي الصغير بواسطة التنافذ البسيط او النقل الميسر . يشتمل الالتهام او الشرب الخلوي الداخلي في البلازسوديوم على تكوين حويصلات يتم فيها امتصاص وهضم الهيموكلوبين . تحتوي تلك الحويصلات او الفجوات على انزيمات هضمية واخيراً تصبح مملوءة بالهيم haem. الناتج النهائي لعملية هضم الهيموكلوبين . يحدث تكوين الحويصلات على وجه الحصر في الفم الخلوي في

البلازموديوم . الطفيليات البرغية الاخرى gregarines. Babesia bodaini لها ايضاً فم خلوي تستخدم المتحولات الطفيلية مثل ميبا الزحار **Entamoeba histolytica** جسيم حال سطحي surface lysusome. للحصول على محتويات جزيئية كبيرة وكذلك يفترض مواد غذائية ذائبة من خلية المضيف . يوجد فم خلوي في مجموعة واحدة من السوطيات الدموية وهي kindo plastidc. ولكن ليس في salivaria . تلتهم الجزيئات البروتينية السليمة في حويصلات تتكون في قاعدة التقعر السوطي flagellar invagination في المثقبيات التي تعود الى kinetoplastid وربما الفم الخلوي نفسه مشمول في المثقبيات التي تعود الى salivaria من جهة اخرى تمتص الجزيئات الكبيرة فقط داخل حويصلات تتكون في التقعر السوطي وربما يحدث الشرب الخلوي في مناطق محددة من الجسم مثل الفم الخلوي عندما يكون موجوداً او من خلال كل سطح بسطح الطفيلي

جريان المغذيات باتجاهين

يمكن ان تحدث حركة العديد من المواد الغذائية مثل الاحماض الامينية اما الى داخل او خارج الطفيليات ان تدفق المثيونين المعلم labelled methionine من **H. diminuta** يكون اكثر سرعة عندما توضع الديدان في محلول يحتوي على خليط من الاحماض الامينية التي تشبه نسبة الاحماض الامينية الموجودة في القناة الهضمية للجرذ مما لو اختصت في محلول ملحي بسيط . ان معدل التدفق الى الخليط يمكن مقارنته الى معدل فقدان الـ methionine المعلم في الديدان التي استنبتت او زرعت جراحياً في الجرذان (شكل ٢ ـ ٩) وهذا يوحي بوجود آليات جريان معاكس counter flow وكذلك يوضح الطبيعة الوسيطة لعملية التدفق . الدليل الاضافي للتوازن الديناميكي dynamic balance بين الدودة الشريطية ومضيفها يأتي من توزيع الاحماض الامينية الغير قابلة للايض والمعلمة اشعاعياً cycloleucine ، aminoisobutyric acid بين جزء وطفيلي بعد حقنه . تتوزع او تنشر كل تلك الاحماض الامينية بشكل متساوٍ بين المضيف والطفيلي في حين ان عدم توازن الحامض الاميني في الجسم الحي بواسطة اطعام حامض اميني واحد يعوض بسرعة في المضيف ولكن ليس في الدودة (شكل ٢ ـ ١٠) . وقد يشير بان الدودة الشريطية هي مفتقرة الى آليات التنظم ولذلك تتطفل الى حدما على آليات متجانسة الاستتبات homiostatic mechanisms لمضائفها . يوجد بالرغم من هذه الملاحظة دليل بان عدم موازنة الاحماض الامينية قد لايكون له او له تأثير قليل على صنع البروتين من قبل الديدان والنمو الاجمالي

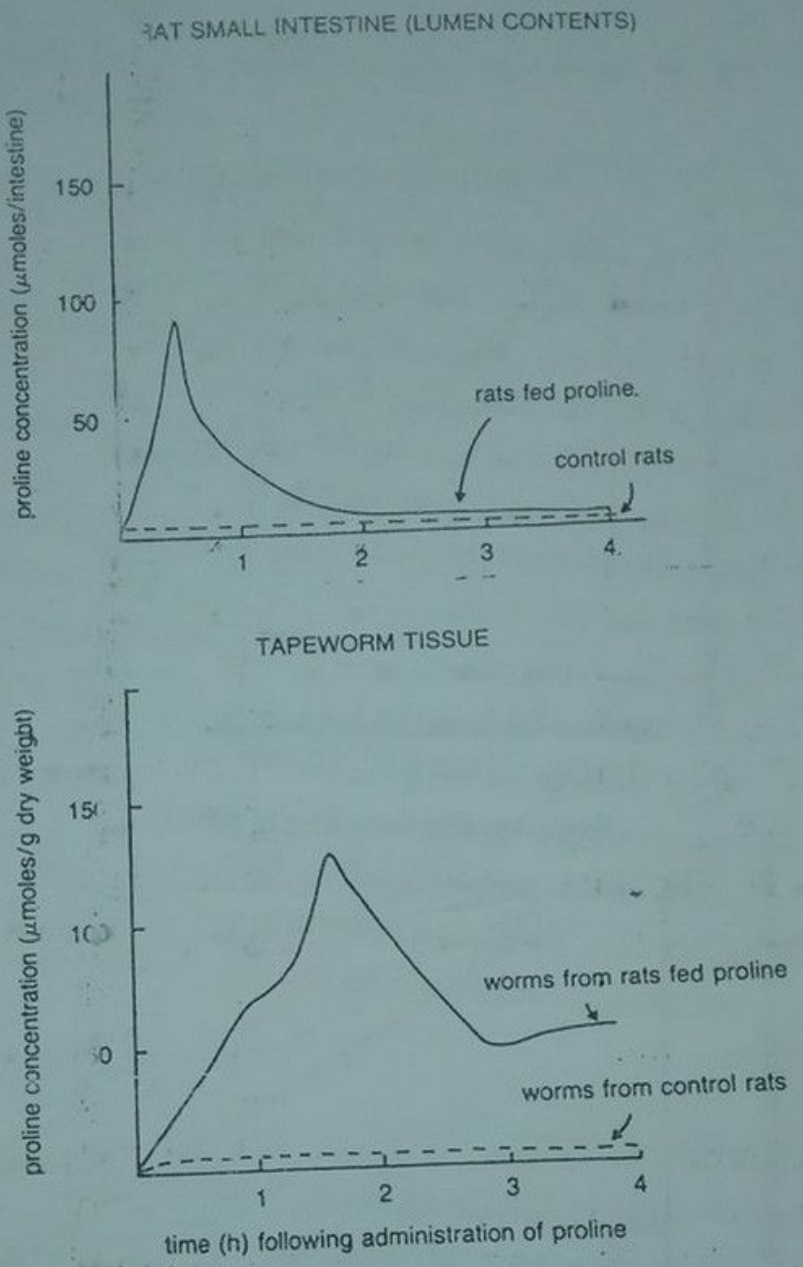
الملاحظة بان الطفيليات تعيش في موازنة ديناميكية مع مضائفها هو شيء مثير ولكن ذلك مهمل مع الاسف .



شكل ٢ ـ ٩ . حركيات التدفق في الزجاج وفي الحي للاحماض الامينية من الدودة الشريطية H. diminuta ان كلتا التجربتين احتضنت الديدان الشريطية في حامض اميني معلم اشعاعياً والتدفق التالي للحامض لمحمل أو المحشو سابقاً قرر اما في الزجاج (في محلول ملحي أو خليط من احماض امينية في النسب الموجودة في الامعاء الدقيقة للجرذ) أو في الحي بعد الاستنبات الجراحي للديدان في معي الجرذ

أ ـ معاد رسمه عن Callow, L.L; Hopkins, C.A (١٩٦٥)

ب ـ معاد رسمه عن Read, C.P; Arme, C (١٩٦٩)



شكل ٢ ـ ١٠ المعاملة المتباينة لحالة اللاتوازن المحفزة عن طريق التجربة لحامض امـ ني واحد (البرولين) بواسطة الجرذ والدودة الشريطية فيه (H. diminuta) . الجرذان المصابة بـ (٣٠) دودة اطعمت جرعة من ٢٥٠ ملغم من البرولين ثم قدرت مستويات الحامض الاميني في امعاء الجرذ وفي انسجة الدودة الشريطية بتحليل الحامض الاميني بفترات تصل الى (٤) ساعات بعد التغذية .

معاد رسمه عن Chappell, L.H و Read, C.P (١٩٧٣)

ـ تدفق C^{14} methionine

ـ تدفق C^{14} Cycloleucine

الانزيمات السطحية الداخلة :

قد تلعب الانزيمات الطفيلية المنشأ دوراً في الهضم وكذلك في الاحتراق والهجرة خلال انسجة الجسم . سوف نناقش الانزيمات الاخيرة في فصل آخر . لقد كان الاعتقاد منذ زمن طويل بان الديدان الشريطية تعتمد بشكل مطلق على الانزيمات الهضمية لمضائفها لتجهيزها بالجزيئات الغذائية في حالة جاهزة للامتصاص ولكن تبين حديثاً بان الديدان الشريطية ربما تمتلك انزيمات هضمية خاصة بها مرتبطة الى سطوحها ففي جلد **H.diminuta** هناك فعالية لانزيم الفسفوهايدرولين phosphohydrolase وعمله يسمح بامتصاص الاستيرات المفسفرة phosphate esters غير القابلة للنضوح لولا ذلك مثال يتحلل fructose 1.6.diphosphate على السطح لينتج عنه فوسفيت لاعضوي inorganic phosphate يمكن امتصاصه بعد ذلك . ان الفركتوز نفسه غير قادر على دخول **H. diminuta** يمكن ان يمنح القرب الحيزي (المكاني) spatial proximity لنظام نقل الكلوكوز في **H.diminuta** الى انزيمات المحللة للفوسفيت phosphohydrolases المرتبطة بالغشاء فائدة حركية لامتصاص الكاربوهيدرات ويمكن ان يقال نفس الشيء عن فعالية انزيم الرايبونيوكلية ribonuclease المقترنة مع جلد **H. diminuta** وتحلل RNA لتنتج nucleosides التي يمكن بعد ذلك الحصول عليها بواسطة الطفيلي .

انزيمات السطح الخارجي

صاغ بيكوليف U. olev المصطلحات هضم الغشاء او التماس membrane or contoct digestion لتفسير زيادة هضم النشا Starch بواسطة a-amylase البنكرياس بوجود قطعة منفصلة من امعاء فقري . لقد اقترح بان الانزيم يمتز على طبقة الكاس السكري لسطح الخلية المخاطية وبذلك تزداد فعالية الانزيم اميليز amylase . يحدث الهضم عن طريق التماس ايضاً في الديدان الشريطية حيث ان فعالية الانزيم اعلاه يزدياد ايضاً في الزجاج بوجود نسيج حي من دودة شريطية **H. diminuta H. microstoma** وكذلك (**Moniezia expansa**) ان الزيادة لاتحدث اذا ما قتلت الديدان الشريطية بالميثانول methanol . لاتمتلك اي من تلك الديدان فعالية داخلة لانزيم الاميليز . ولذلك افترض بان انزيمات المضيف في الحي قد ترتبط بالكاس السكري للدودة مجهزة الفائدة الحيزية لقرب نواتج فعالية الانزيم على سطح الدودة . يمكن الدودة الشوكية الرأس **Moniliformis dubius** ربط اميليز المضيف ولكن ليس التربسين trypsin . كايموتربس chymotrypsin او اللايبيز lipase .

تثبيط انزيمات المضيف بواسطة الطفيليات :

لقد ذكر بان الانزيمات المضادة الي لها تأثير مثبط على انزيمات مضائفها شائعة بين الطفيليات المعوية . الانزيمات المضادة من ascarids هي مثبطات للتربسين trypsin او الببسين pepsin ويعتقد ان **Ascaris suum** تمتلك فعالية ضد التربسبت وضد الكايموتربسين ontichymotryp in, antitrypsin موجودة في كيوتكلها وامعائها وانسجتها الاخرى, . تمتلك الدودة الشريطية **H. diminuta** عدداً من الخواص الضد انزيمية مثلاً تصبح α-chymotrypsin, trypsin وكذلك B-chymotrypsin غير فعالة بشكل غير راجع في الزجاج وتعاني اللايبيز البنكرياسي pancreatic lipase تثبيطاً عكسياً reversible inhibition لم يتم عزل مثل هذا الانزيم المضاد من **H. diminiuta** وقد اقترح بانه يحدث تعطيل فعالية تلك الانزيمات في الطبقة الكاسية للدودة ولكن آليتها غير معروفة بشكل دقيق . وفي الوقت الذي توجد فوائد واضحة لطفيلي يعيش في الامعاء الغليظة للفقريات في امتلاكه القدرة على تثبيط الانزيمات لهضمية للمضيف فان المعدل العالي في الانتاج لسطح الطفيلي ربما يجعل الصفات او الخواص الضد انزيمية فائضة .

جدول ٢ – ٣ حركية نقل الغشاء في المثقبة ثنائية المنشأ **Schistosoma mansoni**

المادة الاساس	K_m (mM)	V_{max} ($\mu mol\ g^{-1}\ h^{-1}$)
السكريات		
glucose.	٠,٨	١٤٧
galactose.	٠,٢	١٠
2-deoxyglucose.	١,٧	٢٧٠
الاحماض الامينية		
methionine.	٠,٣ – ١,٩	١٢٠ – ١٩٢
glycine.	٠,٦ – ١,١	١٦٥ – ٢٢٥
proline.	١,٧ – ٢,-	٧٤٠
argenine.	٠,٠١ – ٠,٤	٥٠ – ٦٠
glutamic acid.	٠,٣ – ٠,٥	٥٠
tryptophan.	٠,٥ – ١,٥	١٠ – ١٨٦
مواد اولية للحامض الامينى		
hypoxanthine.	٠,٩	٤٥
adenosine.	٠,٥	٥٢
uridine.	٠,٤	٢٢
adenine.	٠,٠٥	١٠

المعطيات عن Read, Pappas (١٩٧٥)

الخلاصـــة

١ ـ ان استنبات الطفيليات في لزجاج اداة مهمة لمساعدة فهم متطلبات التغذية للطفيليات ولكن تحقق نمواً اجحاً في اوساط زرعية من مواد كيمياوية محددة في عدد قليل من الطفيليات .

٢ ـ توجد قناة الطعام في بعض الطفيليات (المثقبات وحيدة المنشأ المثقبات ثنائية المنشأ ، والديدان الخيطية) ولكنها مفقودة في الطفيليات الاخرى (الابتدائيات ، الديدان الشريطية ، وشوكية الرأس) . ان علم شكل المعي يتفق مع وظيفتها الهضمية والامتصاصية ولكن لاتوجد معلومات وافية لترسيخ الدور الدقيق لهذا العضو .

٣ ـ توجد ادلة مظهرية وكيمياوية حياتية كثيرة بان السطوح الخارجية لمعظم الطفيليات تلعب دوراً مهماً في الحصول على المغذيات . ان تعقد الآليات المتضمنة تتوضح تدريجيا . تحت دراسة عدد قليل من الانواع بشكل تفصيلي .

٤ ـ تشتمل آليات الامتصاص التي تستخدمها الطفيليات للحصول على المغذيات عبر اغشية السطح على التنافذ البسيط ، التنافذ الميسر ، والنقل الفعال قد تختلف الخواص النوعية لتلك الانظمة من مثيلتها في اللبائن .

٥ ـ ان الشرب الخلوي الداخلي طريق شائع لدخول الجزيئات الكبيرة الى الطفيليات الابتدائية ولكن الديدان نادراً ما تستعمل هذه العملية .

٦ ـ يمكن لبعض طفيليات المعي ربط انزيمات المضيف الى اغشية سطوحها وتسبب اما زيادة او تثبيط فعالية الانزيم لقد تم عزل انزيمات مضادة من عدد قليل من طفيليات المعي . ربما تطلق انزيمات هضمية داخلية intrinsic enzymes على سطوح الطفيليات .

الفصل الثالث

ايض الكاربوهيدرات و نتاج الطاقة

Carbohyclrates metabolism and energy production

الكاربوهيدرات المخزونة :

السكريات المتعددة Polysaceharides :

يكاد ان يكون صفة عامة للكائنات الطفيلية الداخلية اعتمادها على ايض الكاربوهيدرات اللاهوائي anaerobic canboh drate metabolism للحصول على الطاقة بغض النظر عن كمية اوكسجين البيئة او الوسط المتوفرة . وتبعاً لذلك يقوم عدد كبير من الطفيليات بخزن السكريات المتعددة التي يمكن أكسدتها (ولو نادراً الى تأكسد كامل) لتنتج ATP . ان اكثر السكريات المتعددة الشائعة كاحتياطي هو الكلايكوجين glycogen موجودة في الابتدائيات والديدان معاً . يتكون الكلايكوجين على وجه الحصر من جزيئات الكلوكوز المرتبطة بواسطة الاواصر α linkages ـ ١ ، ٤ وكذلك α ـ ١ ، ٦ نسبة الروابط الكيمياوية bonds ٤ ، ١ : ٦ ، ١ يتراوح من ١ : ١٢ ـ ١ : ١٥

تختلف المحتويات الكلايكوجينية في الطفيليات كمياً حسب النوع . فهناك ١٪ فقط من وزن الجسم الجاف في المثقبات وحيدة المنشأ المتطفلة على خياشم الاسماك كلايكوجين في حين ان هناك كميات اكبر في انسجة الطفيليات الداخلية فمثلاً قد تختزن المثقبيات ثنائية المنشأ بين ٢ ـ ٣٠٪ ن وزنها الجاف كلايكوجين . والديدان الشريطية لاحتواء كميات اكبر ٢٠ ـ ٦٪ من وزنها الجاف وتحتوي الديدان الخيطية وشوكية الاس ايضاً على كميات كبيرة نسبياً من الكلايكوجين المخزون يتراوح بين ١٠ ـ ٦٠٪ من وزنها الجاف . قد يحدث ضمن النوع الواحد

اختلاف جنسي sexual dimorphism في محتويات الكلايكوجين المخزونة . مثال بخزن ذكر المنشقات sch istosomes كلايكوجين اكثر (١٤ ـ ٣٠٪ الوزن الجاف) مما تفصل الديدان الاناث (٣ ـ ٥٪ من الوزن الجاف) ان الاهمية الايضية لهذا الاختلاف غير واضح . ان الاختلاف الجنسي في كميات الكلايكوجين المخزون ميزة العديد من الطفيليات الاخرى ايضاً **Macracanthorhynchus hirudinaceus** ، **Moniliformis dubius** (شوكية الرأس) **Ascaris lumbricoides** ، **Parascaris equorum Ascaridia galli** وكذلك **Anglostronglyus contonensis** (ديدان خيطية) .

إن استعمال الكلايكوجين كخزين للطاقة يمكن توضيحه بسرعة بواسطة الحرمان التجريبي experimental deprivation للكاربوهيدرات أو جميع الطعام للمضيف المصاب وحينئذ يحدث استنزاف سريع للكلايكوجين المخزون في داخل الطفيلي تختزل الدودة الشريطية التي تصيب الدجاج **Raillietina cesticillus** أو تقلل خزينها من الكلايكوجين من ٢٥٪ من وزنها الجاف تقريباً الى ١٥٪ فقط في ٢٤ ساعة فيما اذا حرم الدجاج من الطعام . وتظهر الدودة الشريطية **H. diminuta** انخفاضاً مفاجئاً في الكلايكوجين مشابهاً فيما اذا حرم الجرد المضيف من الكاربوهيدرات وتحدث العملية المعاكسة اي تكوين الكلايكوجين **glycogenesis** بسرعة فيما اذا سمح للديدان المجموعة تجريبياً خارج الجسم أو في الحي الى تناول مادة اساس تحتوي على كلايكوجين glycogenic substrate يمكن الانتفاع بها (السكريات الاحادية monosaccharide ، بايروفيت pyruvate ، سترايت citrate ساكسنيت succinate ، كلوتاميت glutamate ، ايسوليوسين isoleucine . ڤالين Valine أو كلايوكسيليت glyoxylate حسب نوع الطفيلي) .

تختزن الديدان الطفيلية الكلايكوجين في خلاياها الحشوية parenchymal cells ولكن توجد كميات لا بأس بها أيضاً في الجهاز العضلي بصورة عامة تم تقدير كميات الكلايكوجين في الطفيليات على مستخلصات extracts الجسم بكامله ولم تبذل محاولة للتسريق بين الانسجة المختلفة . إن احد مظاهر تقدير الكلايكوجين ، وربما يخص كل الانسجة المختلفة ، هو ان الوزن الجزيئي للكلايكوجين المستخلص يختلف بشكل واسع حسب طريقة الاستخلاص المستعملة مثلاً ينتج عن الاستخلاص المائي aquous extraction للكلايكوجين من الطفيلي **Fasciola hepatica** اجزاء ذات اوزان جزيئية مختلفة بينما يفقد معظم الكلايكوجين ذو الوزن الجزئي العالي باستعمال هيدروكسيد البوتاسيوم (KoH) كمادة مستخلصة . تعتبر المصطلحات lyo and desmo glycogen التي يشار اليها

في بعض الدراسات خاطئة الآن . تمثل الاشكال المختلفة نتاجاً صنعياً artifacts لعملية الاستخلاص .

تختزن بعض الابتدائيات المتطفلة الكلايكوجين ولكن هناك سكريات متعددة كبديل خزين . يوجد الاميلوبكتين amylopectin بوليمر polymer متفرع كثيراً في العديد من الابتدائيات .

السكريات البسيطة Simple suger :

تم كشف وجود السكريات البسيطة في العديد من الطفيليات لكنها تميل الى ان تكون في تراكيز واطئة ومن السكريات الاحادية monosaccharides التي توجد غالباً هي كلوكوز glucose ، فركتوز fructose ، كالكتوز galactose ، مانوز mannose. ، زايلوز xylose ، زايبوز ribose. السكر الثنائي disaccharide تريهالوز trehalose الموجود بكثرة في بيوض الاسكارس Ascaris lumbricoides هو احد المكونات الشائعة في الابتدائيات وانسجة الديدان . وقد تحتوي الديدان الخيطية ايضاً على glycoside تكون مكوناتها السكرية السكر السداسي hexose فريد هو اسكاريلوز **ascarylose** (3,6 dideoxy-L-arabin) ويطلق على تلك glycosides ascarosides توجد في قشور بيوض عدد من الديدان الخيطية بضمنها **Ascaris lumbricoides Ascaridiu galli, Parascaris equorum, Toxocata cati**

حل السكر Glycolysis

حل السكر مسار اساسي في الايض الهدمي للكاربوهيدرات Carbohydrates catabolism شائع في كل الانسجة الحيوانية تقريباً يطلق عليه احياناً طريقة Embden-Meyerhof-Parnas بأسماء هؤلاء الباحثين الذي وصفوا في العقود الاولية من هذا القرن تحطيم الكلوكوز الى البايروفيت pyruvate تحت ظروف لاهوائية . يستعمل حل السكر بواسطة الحيوانات الحرة المعيشة كطريقة سريعة نسبياً للحصول على الطاقة للتقلص العضلي غالباً من الكلايكوجين المخزون يتجمع اثناء هذه العملية عجز اوكسجين Oxygen debt يجب ان يعوض تحت ظروف هوائية لاجل تأكسد النواتج المختزلة لعملية حل السكر مثل اللاكتيت Lactate الذي يصبح تجمعه ساماً . يعاد اثناء تعويض عجز الاوكسجين تأكسد جزء من

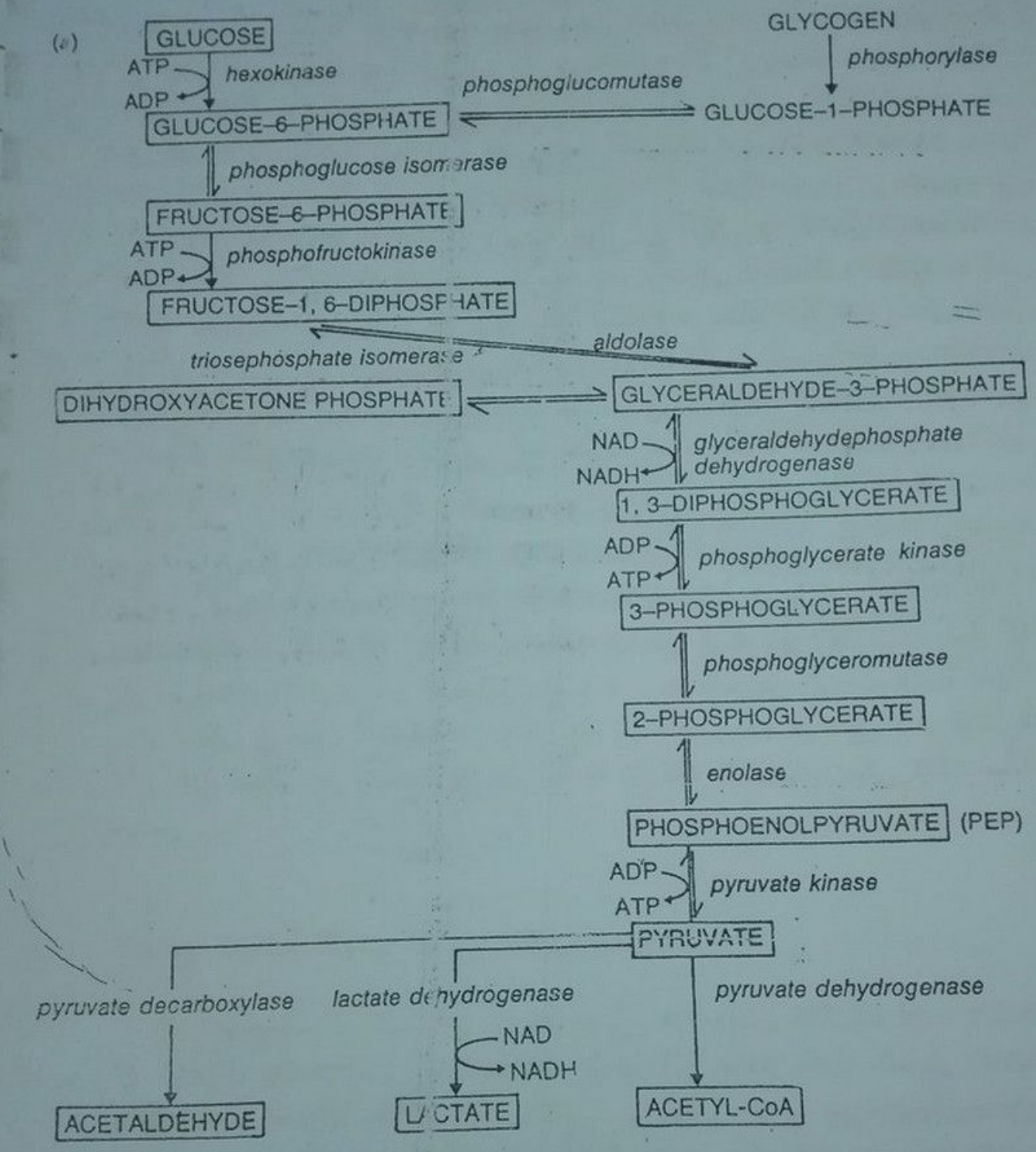
lactate ليزود الطاقة لصنع الـ لايكوجين من الكميات الباقية ولذلك فإن السكر هو مسار قصير المدى في الحيوانات الحرة المعيشة مثال في العضلة البيضاء للاسماك العظمية teleost fish التي تكون لا هوائية قد تستعمل لجهود عنيفة قصيراً اثناء السباحة السريعة فقط وبالمقارنة قد تعتمد الطفيليات على الايض اللاهوائي لمدى اكبر بكثير من معظم الحيوانات الحرة المعيشة . تعيش العديد من الطفيليات الداخلية internal parasite وخاصة تلك التي تعيش في المناطق المختلفة لقناة الطعام للفقريات واللافقيرات تحت ظروف شد اوكسجين oxygen tension مختزل كثيراً وكنتيجة لذلك فاننا نجد بأن تلك الطفيليات تعتمد على حل السكر غالباً كطريق رئيسي في الايض الهدمي للكاربوهيدرات وليس كمصدر طاريء للطاقة النتيجة النهائية لهذا فتلك الطفيليات تؤكسد جزيئاً موادا كالسكريات السداسية hexose suyers فقط وتطرح نواتج مختزلة غنية بالطاقة قد تستعمل من قبل مضائفها .

لقد تم دراسة حل السكر في انواع مختلفة من الطفيليات وفي معظم الحالات توجد مجموعة نموذجية من الانزيمات والايضيات الوسطية intermediati metabolites (شكل ٣ ـ) أي يظهر ان حل السكر في الطفيليات يعمل كما في الحيوانات الاخرى غير الطفيلية ومع ذلك لم يتم تشخيص انزيمات مختلفة لمسلك حل السكر في بعض الطفيليات . ولكن هل ان ذلك وحده هو دليل كاف للاشارة بأن حل السكر هو مصدر غير مهم للطاقة في تلك الطفيليات يبقى ذلك مسألة حدس .

النواتج النهائية للايض الهدمي للكاربوهيدرات

ان الناتج النهائي النموذجي في حل السكر هو حامض اللاكتيك lactic acid ان اختزال pyruvate الى lactate يؤدي الى اعادة تأكسد العامل المنشط cofactor اختزل N. DH الناتج بواسطة انزيم glyceraldehyde -3-ph sphat edehydrogenase (شكل ٣ ـ ١) بالرغم من هذا التعبير العام يتميز الايض الهدمي للطفيلي بانتاج نواتج نهائية مختلفة كثيراً اكثر بكثير مما تنتجه الفقريات او الاحياء المجهرية .

تطرح الطفيليات التي تكون مخمرات متماثلة اللاكتيك homolactic fermenlers مثل المنشقة الدانسونية **Schistosoma mansoni** ، وديدان الفلاريا **Brugia pahangi** وكذلك **Dipetalonema viteae** حامض اللاكتيك بشكل



(b) *NET REACTION OF CLASSICAL GLYCOLYSIS:*

glucose + 2P + 2 ADP → 2 lactate + 2ATP

شكل ٣ ـ ١ : أ ـ مسار حل السكر في الايض الهدمي للكاربوهيدرات
ب ـ حصيلة تفاعل حل السكر الكلاسيكي .

مطلق تقريباً تحت الظروف الهوائية واللاهوائية وتطرح العديد من الطفيليات الاخرى احماضاً دهنية متطايرة volatile fatty acids . تطرح المثقبيات الاسيتيت acetate وتطرح بعض الهدبيات Ciliates الاسيتيت acetate البرولين propionute وكذلك البيتيريت butyrate لاهوائياً وبين الديدان التي درست فإن **Fasciola hepatica** ، **Moniliformis dubius** ، **Trichinella spiralis Ascaris lumbricoides** تطرح احماضاً دهنية متطايرة وتضم propioncite acctatc butyrate والى مدى اقل ثاليريت valerate ، ايسوثاليريت isovalerate ، ايسوبيوبيريت isobutyrate وكذلك كاربويت caproate . تختلف نسب الحوامض الدهنية المنتجة مع الظروف السائدة مثلا تطرح **Fasciola hupatica** كميات اقل من propionate ونسبياً كميات اكثر من الـ acetate بزيادة شد الاوكسجين . يكون ethanol احد النواتج النهائية للايض الهدمي للكاربوهيدرات في بعض الطفيليات . (رؤوس يرقات الدودة الشوكية الحبيبية **Echinococcus granulosus** ، اليرقات والديدان البالغة **Taenia taeniaeformis** وكذلك moniliformis dubius وهذا يذكرنا بالتخمر الكحولي alcoholic fermeutation الذي يوجد في الخمائر yeost ان تفاصيل النواتج النهائية للايض الهدمي للكاربوهيدرات مذكورة في الجدول (٣ – ١) .

جدول ٣ - ١ النواتج النهائية لايض الكاربوهيدرات المهضم في طفيليات معينة .

النوع	الظروف	النواتج النهائية
الأسـ		
Crithidia fasciculata	هوائي	pyruvate, succinate, ethanol CO_2.
	لا هوائي	lactate, succinate, ethanol, CO_2.
Trypanosoma Brucei		pyruvate, acetate, succinate, glycerol, CO_2.
Trypanosoma lewisi	هوائي	lactate, pyruvate, acetate, succinate, glycerol, ethanol.
	هوائي	lactate, pyruvate, acetate, succinate, ethanol.
Trypanosoma gambiense	هوائي	acetate, pyruvate, CO_2.
	لا هوائي	lactate, pyruvate, acetate, succinate, CO_2.
Plasmodium berghei	هوائي	lactate, pyruvate, acetate, succinate, CO_2.
متقبات ثنائية المنشأ		
Fasciola hepatica	هوائي	lactate, acetate, propionate, α-methylbutyrate, α-methyl-alerate.
	لا هوائي	lactate, acetate, propionate, α-methylbutyrate, α-methyl-alerate, succinate.
الديدان الشريطية		
Hymenolepis diminuta	هوائي	lactate, acetate, succinate.
	لا هوائي	lactate.
شوكية الرأس		
Moniliformis dubius	هوائي	lactate, formate, acetate, propionate, α-methylbutyr-e, succinate, ethanol.
Ascaris lumbricoides	هوائي	lactate, formate, α-methyl-ropyate, α-methylvalerate, C6 acids succinate.
	لاهوائي	lactate, formate, acetate, p-opionate, α-methylbutyrate, succinat-, acetone.

Data from Von Brand, (1973)

انزيمات حل السكر في الطفيليات :

ينصح القارىء لدراسة انزيمات حل السكر في الطفيليات بشكل مفصل بالرجوع الى الدراسة الشاملة المعدة من قبل Vor Brand في عام ١٩٧٣ ويكفي هنا الاشارة الى الحقول ذات الاهمية الخاصة فيما يتعلق بحل السكر في الطفيلي .
الهكوكاينيسيس hexokinases هي مجموعة انزيمات مسؤولة عن فسفرة السكريات

السداسية hexoses وبذلك تسمح لها بالدخول الى مسار حل السكر تحتوي المنشقة المانسونية Schistosoma mansoni والمشوكة الحبيبية **Echinococcus granulosus** على عدد مختلف من هذه الانزيمات بينما تمتلك المثقبيات Trypanosoms هكسوكاينيس واحداً له مدى واسع من فعالية الفسفرة . بصورة عامة تأيض الشريطيات Cestodes عدداً محدوداً من السكريات عادة الكلوكوز الـ glucose وكالكتوز galactose فقط من المدهش ان عدداً قليلاً من الطفيليات يأيض سكريات اخرى غير السكريات الاحادية وهذا يلمح الى غياب الانزيمات التي تحلل السكريات الثنائية disaccharides من انسجة الطفيلي الاستثناءات لهذا التعميم هو ديدان **Moniliformis dubius** والـ **A. lumbricoides**

يجب ان يكون معلوماً بان عدم قدرة طفيلي معين على استخدام او استعمال سكر معين ربما لا يدل بالضرورة على غياب انزيم الهكسوكانييس الملائم مثلاً في الوقت الذي تتمكن فيه العديد من السوطيات الطفيلية وبعض الديدان تأيض الفركتوز fructose لا تستطيع الدودة الشريطية **H-diminuta** ذلك بسبب عدم نضوحيتها لذلك السكر السداسي (اي fructose) اكثر من اي نقص انزيمي . تظهر التنقية الجزيئية partial purification لانزيمات حل السكر في الطفيليات وجود اشكال متعددة (انزيمات نظيرة) لانزيم واحد isoenzymes فالانزيم lactate dehydroginase الذي يحول الـ pyruvate الى lactate ربما يوجد باشكال (١ ـ ٥) مختلفة في هجرتها او رحيلها الكهربائي electrophoresis حسب نوع الطفيلي ولو يصعب غالباً نسب وظيفة لانزيمات متعددة مختلفة في صفاتها الفيزياوية والكيمياوية تتوسط نفس التحول الكيمياوي فانه قد تعمل تلك الانزيمات النظيرة isoenzymes بشكل مختلف في مراحل مختلفة من دورة حياة الطفيلي او في انسجة معينة فقط .

تثبيت ثاني اوكسيد الكاربون :

تتعرض العديد من الطفيليات وخاصة التي تعيش في المعي لظروف بيئية ذات شد عالٍ من ثاني اوكسيد الكاربون Co_2 tension ولذلك فليس غريباً ان نجد بان Co_2 قد يثبت واسطة بعض الطرق الايضية الموصوفة جيداً وهكذا يقوم بوظيفتي الصنع والتعليق الحياتي وتجهيز الطاقة يشير وجود الكاربون المشع radiocarbon المشتق من $C^{14}O_2$ في كل من النواتج النهائية للايض الهدمي للكاربوهيدرات وفي السكريات المتعددة المخزونة الى الاتجاه الاجمالي في تثبيت Co_2 . لقد الفت البحوث الجارية الآن الضوء على الطرق الخاصة لتثبيت Co_2

بواسطة الطفيليات ويوجد من بين انظمة الانزيمات المعروفة القادرة على تثبيت Co_2 أثنين في الطفيليات وهذه تشتمل على malic enzyme (ME) او phosphoenolpyruvate carboxykinase (PEPCK) .

يوجد (ME) باشكال مختلفة احدها L-malate-NAD Oxidoreductase . E.C 1.1.1. ٣٩ موجود بشكل مطلق في دودة الاسكارس **A. lumbricoides** وهو يحفز اضافة الكاربون carboxylation للـ pyrurate لتكوين malate . هذا الانزيم معتمد على NAD والتفاعل عكسياً . reversible . يوجد شكل اخر للانزيم L-malate:NADP oxidoreductase E.C.1.1.1. ٤٠ في العديد من الانسجة الحيوانية . يعتمد على العامل المنشط NADP . يقوم الانزيم phosphoenolphyruvate carboxykinase الذي يطلق عليه عادة PEP carboxylase باضافة الكاربون الى الـ pyruvate لتكوين oxaloacerate وهذا يعتمد على اما quanosine triphosphate (GTP) او inosine triphosph ate (ITP) . ان انتشار الانزيمات (ME) و (PEPCK) في الطفيليات مبين في الجدول (٣ ـ ٢) الذي يوضح فعلياً قدرة المعطيات المتوفرة

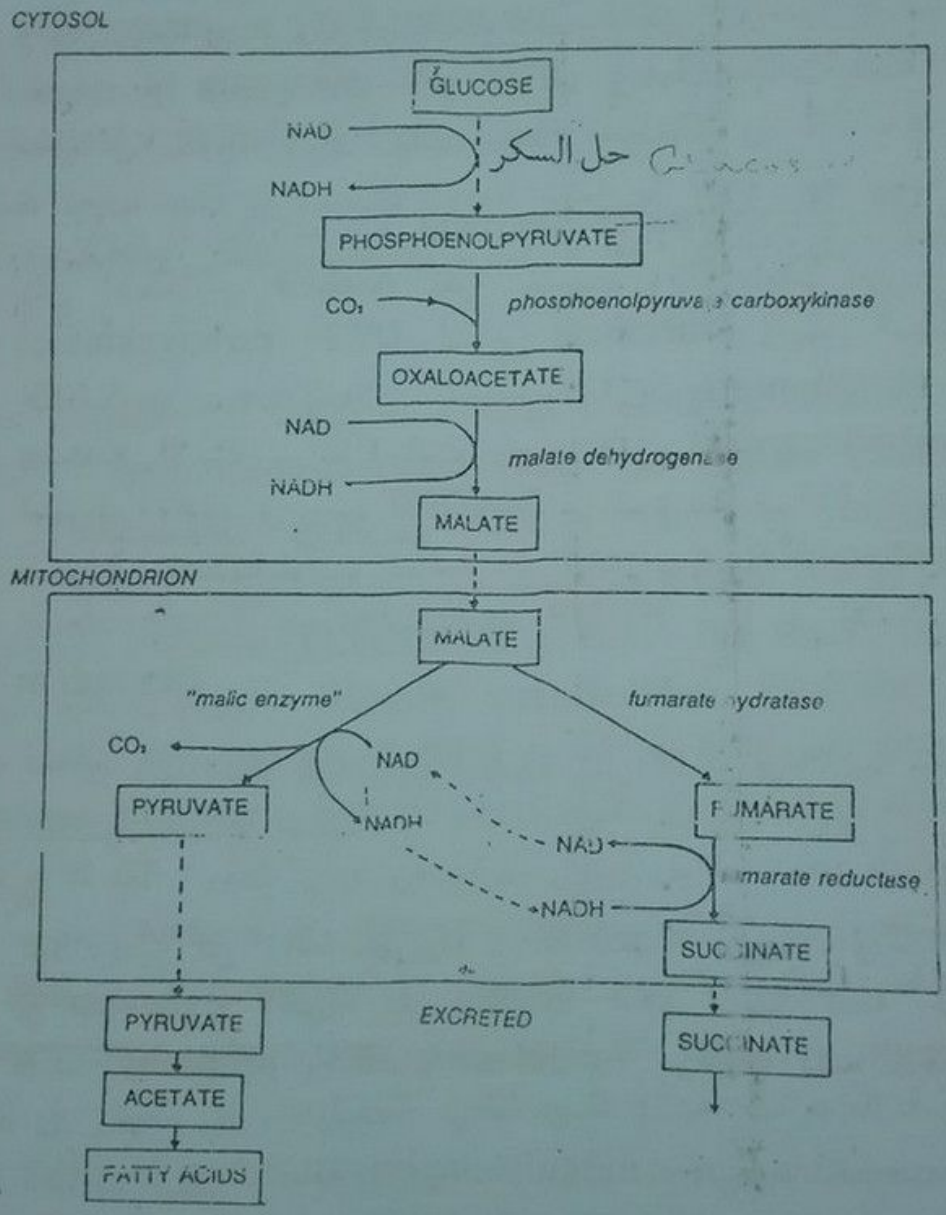
جدول ٣ ـ ٢ وجود انزيم malic (ME) وانزيم (PEPCK) PEP Carboxykinase في بعض الديدان الطفيلية

Parasite species	ME	PEPCK
مثقبات ثنائية المنشأ		
Dicrocoelium dendriticu	?	+
Fasciola hepatica	+	+
Schistosoma mansoni	?	+
الديدان الشريطية		
Echinococcus granulosu	+	+
Hymenolepis diminuta	+	+
Moniezia expansa	+	+
شوكية الرأس		
Moniliformis dubius	+ (?)	+
الديدان الخيطية		
Ascaris lumbricoides	+	+
Dictyocaulus viviparus	−	+
Haemonchus contortus	+	+
Nippostrongylus brasiliensis	−	+
Syphacea muris	−	+
Trichinella spiralis	+	+

+ موجود
− غير متخص
(?) وجوده غير مؤكد
المعطيات عن Bryant

في الوقت الحاضر وفي الحقيقة ان تفاصيل آليات تثبيت Co_2 مشتقة من دراسات عدد قليل جداً من الطفيليات .

يمكن الكشف عن الكاربون المشع من $C^{14}O_2$ في الكلايكوجين والنواتج النهائية للايض الهدمي للكاربوهيدرات مثل pyruvate والـ succinate في عضلة الاسكارس المعزولة الطريق المقترح لتثبيت Co_2 في هذا النظام مبين في (شكل ٣ – ٢) يضع مخطط التفاعل الانزيم (ME) في داخل المايتوكوندريا والانزيم



شكل ٣ – ٢ ادوار malic enzyme (ME) وكذلك phosphoenolpyruvate carboxykinase (PEPCK) في تثبيت ثاني اوكسيد الكاربون بواسطة الدودة الخيطية Ascaris lumbricoides (من Bryant ، ١٩٧٥) .

PEP carboxykinase في الوسط المائي للخلية cytosol يتكون malate من oxaloacetate بواسطة تحفيز الانزيم NADH-dependent malate dehydroginase وينتشر عبر اغشية المايتوكوندريا حيث يعتقد انه يحدث تفاعل محافظ dismutation reaction فاسحاً الـ malate الى pyruvate و fumarate بواسطة التأثيرات المتعاقبة لـ (ME) وكذلك fumarate hydratase . يعاد تأكسد NADH المتولد بواسطة انزيم (ME) اثناء اختزال Fumarate الى succinate التي عند هذه الخطوات ينتج مول واحد من ATP لكل مول تختزل من Fumarate . تطرح الطفيليات القادرة عادة على تثبيت Co_2 succinate وكذلك pyruvate . ولكن كل منها قد يتأيض الى مرحلة اخرى اي succinate . الى احماض دهنية متطايرة والـ pyruvate الى lactate ، alanine او احماض دهنية متطايرة

تطرح الدودة الشريطية **H-diminuta** succinate وهناك دليل واضح بانها مثل الاسكارس Ascaris تقوم بتثبيت Co_2 ايضا عن طريق (ME) و (PEP carboxykinase) لتنتج succinate وتضع كميات محدودة من الكلايكوجين . ان تفاعلات تثبيت Co_2 في **H. diminuta** مشابه اساساً لما يحدث في الاسكارس مع استثناء وجود الانزيم transhydrogenase المسؤول عن اختزال NAD في وجود NADPH في النوع السابق (الاسكارس) وهذه الخطوة ضرورية لتفاعلات توازن التأكسد ـ الاختزال redox balance طالما (ME) في Hymenolepis هو NADP dependent بينما في الاسكارس فهو NAD dependent .

ان فائدة تلك التخمرات المختلطة التي تحدث في العديد من الطفيليات يمكن مناقشتها بالنقاط التالية :

اولاً : ينتج عن ازالة الكاربون في succinate وتحويله الى propionate وكذلك في pyruvate وتحويله الى acetate طاقة ايضية فعالة حيث ان كل من propionyl-coA وكذلك Acetyl-coA مركبات ذات طاقة عالية .

ثانياً : خزائن الطاقة energy budgets هي كالتخمرات اللبنية المتجانسة homolatic fermentations والذى يحدث في الانشقات تنتج فقط جزيئتين من ATP لكل جزيئة تتأكسد من الكلوكوز . يزداد هذا الناتج او المحصول بجزيئة واحدة من ATP فيما اذا ثبت O_2 كما يحدث في الاسكارس والـ Hymenolepis كذلك سيتم الحصول على جزيئتين من ATP اذا تم ازالة الكاربون من pyruvate والـ

تم تطبيق الطرق الانزيمية لدراسة دورة TCA (عزل وتنقية المكونات الانزيمية ، عزل وتشخيص النواتج الوسطية ، انتشار الكاربون المشع في وسطيات الدورة intermedialis وفي النواتج النهائية واستعمال جزئيات مثبطة inhibitors ومحفزة Stimulatory خاصة) على العديد من انسجة الطفيليات وبالرغم من ذلك كله فان المعلومات المتوفرة حول دورة TCA في الطفيليات غير كاملة ومحدودة أو مقتصرة على عدد قليل من الطفيليات مع ذلك نستطيع تبيان بعض الامور العامة . ان بعض الطفيليات التي تعيش تحت ظروف ذات شد اوكسجين عالٍ نسبياً قد تمتلك دورة فعالة كاملة بينما يظهر ان طفيليات اخرى تمتلك بعض الانزيمات والمركبات الوسطية فقط للدورة من جهة اخرى هناك عدد قليل من الطفيليات لاتمتلك دورة TCA فعالة بتاتاً وبسبب ان معلوماتنا عن الدورة في عدد كاف من الطفيليات المختلفة مفقودة فليس من الممكن الوصول الى تعميم ذي معنى حول وجود أو غياب الدورة بالنسبة الى مكان تواجد الطفيلي حتى ان اعتبار دورة مأ غير فاعلة قد يكون ربما بسبب الفشل في تشخيص انزيم معين وليس الى غيابه الحقيقي .

تتضمن الكائنات التي لها دورة TCA فعالة بشكل كامل طفيليات ملاريا الطيور avian malaria بعض انواع المثقبيات Trypanosomes (خاصة الاشكال المزروعة في الزجاج) وكذلك **Trichomonas gallinae** بين الابتدائيات . ويرقات المنشات مع العديد من الديدان الخيطية في الديدان . لقد تم اثبات غياب الدورة بدون جدال في **Moniezia expansa, H.diminuta, Ascaris lumbricoides Fasciola hepatica,** (الدودة البالغة وليس البيوض) . هناك بعض الشك بأن الدورة في تلك الانواع لاتقوم باية مساهمة مهمة الى خزين الطاقة في الطفيلي ولو اقترح بان مسلكاً اثرياً . vestigial pathway يمكن ان تكون له وظيفة تخليق حياتي بالرغم من غياب الدورة الكاملة في تلك الطفيليات تستخدم بعض الانواع (Hymendepis والـ Ascaris) جزءاً من الدورة في الاتجاه المعاكس لاختزال malate الى fumarate ثم بعد ذلك الى succiuate ويظهر ان لك تكييف معتدل conservative adaptation للظروف الخاصة اللاهوائية جزئياً الذي تعانيه الطفيليات التي تعيش في القناة الهضمية وجدير بالذكر ربما توجد تكييفات كيميائية حياتية في الحيوانات حرة المعيشة التي تنصف بيئتها فترات ينضب فيها الاوكسجين مثل قشريات بين المد والجزر intertidal molluscs .

دور الاوكسجين في ايض طاقة الطفيلي

تقودنا مناقشتنا لايض الطاقة الى هذا الحد الى الاستنتاج المحتوم بان الطفيليات تحصل على طاقتها من الطرق اللاهوائية anaerobic pathways مثل هذه الطفيليات تعيش في مناطق ذات شد أوكسجين منخفض كتجويف القناة الهضمية في الفقريات ومع ذلك فكل انواع الطفيليات تقريباً تستهلك اوكسجين . علاوة على ذلك تختلف النواتج الايضية النهائية غالباً تبعاً فيما اذا كانت الظروف السائدة هوائية أو لاهوائية (جدول ٣ ـ ١) يود هذا بعد ذلك الى السؤال المهم عن دور الاوكسجين في الكائنات التي يكون ايضها لاهوائياً في المقام الاول سيستعمل بعض الاوكسجين بدون شك في التخليق الحياتي مثلا في صنع قشرة البيضة . ليس هذا فقط فقد اتفق معظم الباحثين بان الاوكسجين له دور مهم في ايض الطاقة للعديد من الطفيليات
يظهر ان الاسئلة المهمة هي :

١ ـ ماهي آليات امتصاص الاوكسجين ؟
٢ ـ هل ان امتصاص الاوكسجين يؤدي الى انتاج ATP ؟
٣ ـ اذا حدثت العملية الاخيرة اي لفسفرة التأكسدية oxidative phosphorylation ماهي المساهمات التي تقدمها الى خزين الطاقة للطفيلي .

ان بعض الطفيليات التي درست جيداً غير اعتيادية في كونها محاكية أو مطابقة للاوكسجين oxygen conformers اي يعتمد معدل امتصاص الاوكسجين على ضغطها الجزي . يتكون بيروكسيد الهايدروجين H_2C_2 غالباً من الايض التاكسدي وان السيانايد iyanide عادة مثبط للتنفس التأكسدي هو بدون تأثير أو قد يحفز على امتصاص الاوكسجين . تشير تلك المشاهدات الى وجود flavoproteiu oxidases وليس نظام cytochrome تقليدياً ولكن النظام الاخير كما سنناقشه بعد قليل ـ يقوم بوظيفته في تلك الديدان .

يجب ان لاننسى الحقيقة بان معظم المعلومات التي تم الحصول عليها حول ايض طاقة الطفيلي مشتقة من ظروف مختبرية محتوية على شد اوكسجين عالٍ كما هو في الهواء (١٦٠ ملم/ زئبق) ربما يجابه الطفيلي في موطنه الطبيعي بشد اوكسجين منخفض كثيراً من ذلك .

هناك جدال كثير يحيط بدور الاوكسجين في ايض طاقة الطفيلي وأحد الآراء هو ان العديد من الديدان الخيطية التي تعيش في القناة الهضمية وربما ديدان

اخرى هي في الحقيقة هوائية في موطنها الطبيعي بالرغم من الاهمية الواضحه لحل السكر الذي نوقش سابقاً ويستمر الجدال بالاشارة الى ان الايض اللاهوائي الذي حدد في الزجاج ربما هو الآخر غير صحيح وذلك بسبب ان الديدان المزالة من مضائفها ربما تختصر بسرعة وبذلك تكون المعلومات التي يتم الحصول عليها من انسجة غير سليمة. لسوء الحظ لم يتم بعد الوصول الى طرق ملائمة لدراسة أيض الطفيلي في الجسم الحي. ومع ذلك، في حين ان الطريقة المقنعة لـ smith عام ١٩٦٩ في النقاش تدعو للحذر في تفسير المعلومات الايضية التي تم الحصول عليها في الزجاج ويجب ان لاتهمل فان معظم الدلائل الحالية توحي بشدة بان الديدان الطفيلية تعتمد بدرجات مختلفة على الايض اللاهوائي ولو ان العديد من الانواع لها القدرة على التحول الى الايض الهوائي الطبيعي تحت ظروف بيئية مناسبة. لايتحمل عدد قليل جداً من الطفيليات الاوكسجين ويظهر ان بعض هدبيات المجترات rumen ciliates و لسوطيات flagellates من معي الارفقة termites ، والعديد من انواع المشعرات يشةحوحارخفغ ودودة الاسكارس Ascaris البالغة نجد شد الاوكسجين العالي ضاراً.

تأثيرات باستور وكرابتري

في معظم الانسجة الحيوانية التي حل الكلوكوز glucose الى pyruvate بواسطة حل السكر glycolysis يكون معدل التخمر أكثر سرعة تحت ظروف لاهوائية مقارنة بالهوائية يطلق على هذا التثبيط لحل السكر بواسطة الاوكسجين تأثير باستور Pasteur Effect وتأثيره المضاد تأثير كرابتري Crabtree Effect حيث ينبط استهلاك الاوكسجين بواسطة الـ glucose.

في الحقيقة ان استمرار حل السكر في العديد من الديدان الطفيلية بوجود شد اوكسجين عالٍ (اي بتأثير باستور محدود او مفقود) يعطى تأكيداً الى الرأي القائل بان العيش تحت ظروف لاهوائية هو في الواقع اساسي لايض طاقتها. يظهر عدد قليل من الانواع تأثير باستور بضمنها يرقات المنشقة المانونية **schistosoma mansoni**، وبعض يرقات الديدان الخيطية مثل **Ascaris lumbricoidetes**، **Nippos rongylus brasiliensis**، **Eustrongloides ignotus** و **carinii Litomosoides**. يعتبر وجود تأثير كرابتري اكثر احتمالاً في تلك الطفيليات التي لها سلك فعال لحل السكر.

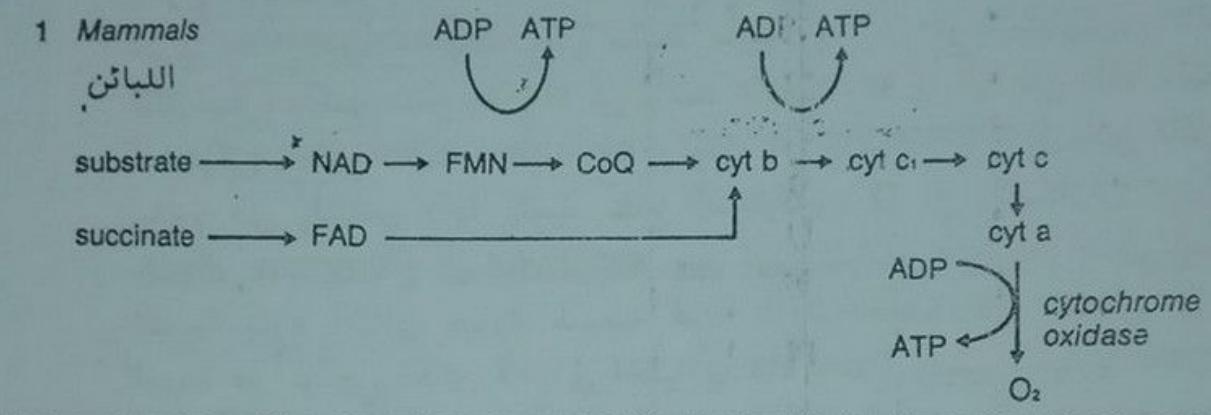
نقل الالكترون والتأكسدات النهائية

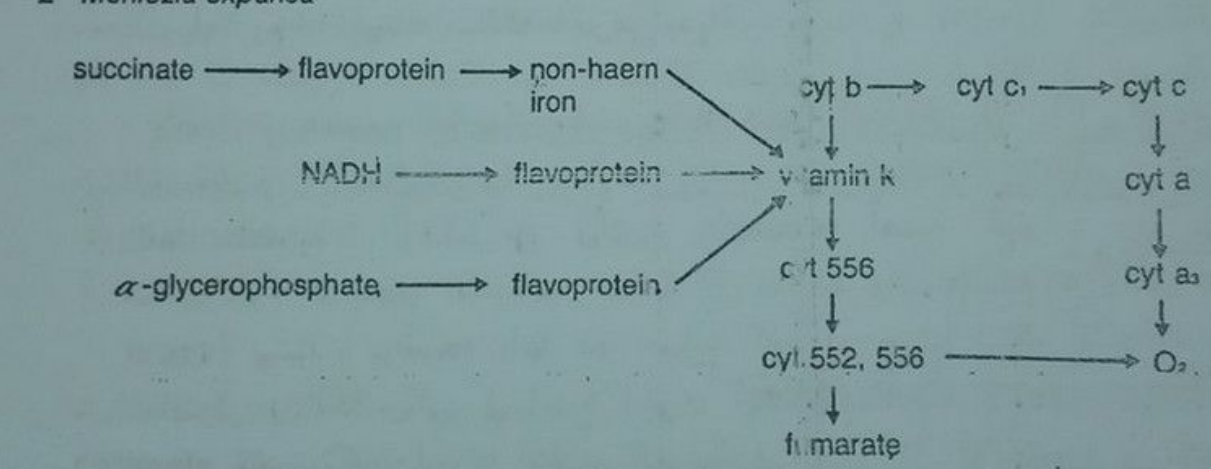
تحدث الفسفرة التأكسدية oxidative phosphorylation (منع الـ ATP هوائياً) داخل المايتوكوندريا بواسطة تسلسل من مستقبلات acceptors وواهبات donors الكترون (نقل الالكترون) يبدأ التسلسل في NAD وينتهي بالاوكسجين الذي يقوم كمستقبل نهائي وبين الاثنين هناك سلسلة من flavoproteius بضمنها flavin mononucleotide (FMN) كذلك Flavin adenine- (FAD) dinucleotide والسايتوكرومات cytochrows. ورمز للمركب الاخير في اللبائن b ، C_1 ، C ، a ، a_3 تبعاً للصفات الامتصاصية وليس تسلسلها في سلسلة السايتوكروم. المثير للدهشة ان الدراسات الرائدة لـ keilin في ١٩٢٥ على الاجهزة التنفسية في اللبائن واكتشاف السايتوكروم تضمنت مشاهدات للدودة الخيطية الاسكارس Ascaris. ان الانزيمات المساعدة Quinone و coenzymc Q (CoQ) أو ubiquinone (UQ) هي ايضاً مكونات مميزة للاجهزة التنفسية. تتوسط نقل الالكترونات على طول السلسلة التنفسية سلسلة من الانزيمات flavoprotein and cytochrome oxidases.

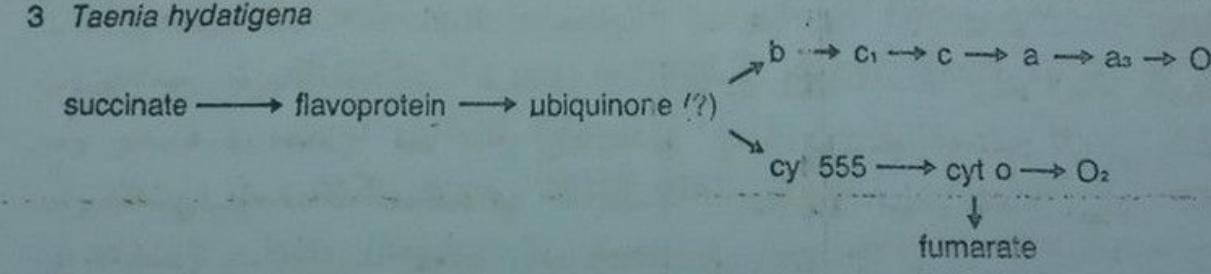
ان المصادر العلمية المتزايدة عن نقل الالكترون التأكسد النهائي في الطفيليات معقدة وان المجال هنا لايسمح بتفاصيل كثيرة.

يمكن ان يعمل نظام السايتوكروم في شد اوكسجين منخفض الى حد ٥ ملم زئبق ولذلك يمكن لنظام فعال من العمل في العديد من الطفيليات حتى التي تعيش منها في القناة الهضمية للفقريات. في الحالة الاخيرة كما ناقشنا توا فان تثبيت CO_2 واختزال الـ fumarate الى succinate بواسطة fumarate reductase. مع طرح نواتج نهائية مختزلة مختلفة هو مظهر مهم للايض. مع ذلك تمتلك الديدان مثل **Fasciola hepatica** ، **Moniliformis clubius H-diminuta** والـ **Ascaris lumbricoides** سلسلة سايتوكروم فعالة تختلف عن نظام السايتوكروم الكلاسيكي الموجود في اللبائن (شكل ٣ ـ ٤) في كونها متفرعة branched وامتلاكها مؤكسدات نهائية معقدة multiple terminal oxidases يشبه احد الفروع نظام اللبائن بانتهائه في سايتوكروم a_3 و cytochrome oxidase بينما قد تنتهي الفروع الاخرى بالسايتوكروم O (Fasciola and monezia) او اضافة الى ذلك سايتوكروم a_1 (Ascaris) والاخير قد يعود لتلوث بكتيري كما يظهر فان انظمة السايتوكرومات الطفيلية قادرة على الفسفرة التأكسدية خلال الفرع الشبيه باللبائن فقط. لايحدث شيء خلال الفرع المنتهي في السايتوكروم O. ان الآليات المسؤولة عن السيطرة على اتجاه الجريان خلال مثل هذه الانظمة

المتفرعة للسايتوكروم يبقى بحاجة الى توضيح . قد يكون سايتوكروم O مصدر . بيروكسيد الهيدروجين H_2O_2 فى بعض الديدان كما . تم التعرف على عدد من انزيمات البيروكسيديسات peroxidases وبالاضافة الى ذلك قد ينتج H_2O_2 بواسطة مؤكسدات سايتوكروم اخرى او بواسطة مؤكسدات الفلاڤوبروتين flavoprotein





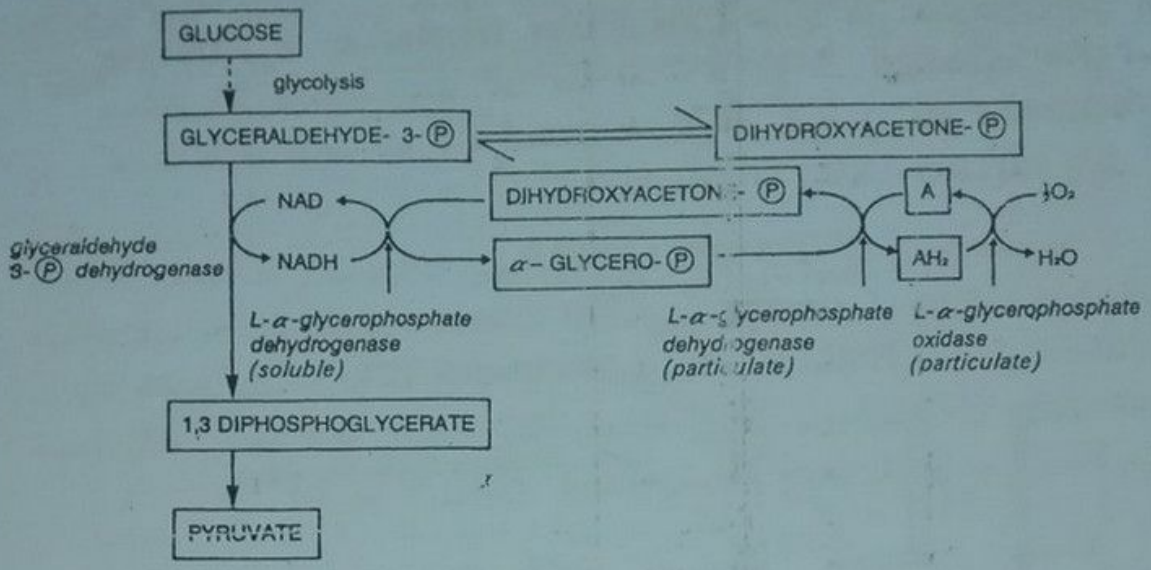


شكل ٣ - ٤ . سلاسل نقل الالكترون

ان النسبة P:O التي تعتبر كمقياس لكفاءة الفسفرة التأكسدية هي ثلاثة لسلسلة سايتوكروم اللبائن الكلاسيكية ولكنها تختزل فيما اذا استعملت احدى طرق الطفيلي البديلة . سيتم الحصول على نسب P:O فيما اذا تأكسد NADH بواسطة سايتوكروم O ان سلاسل السايتوكروم المتفرعة غير مقتصرة على الديدان الطفيلية موجودة ايضاً في العديد من الاحياء المجهرية mioio-organisms وكذلك في الابتدائيات المتطفلة .

لقد تمت دراسة نظام succinoxidase في دودة الاسكارس والمتضمن على الانزيم succinic dehydrogenase. وسلسلة تنفسية نهائية ببعض التفصيل . تحتوي هذه الدودة الخيطية على سلسلة سايتوكروم من نوع سايتوكروم اللبائن الكلاسيكي ولكنها تنتج H_2O_2 من تأكسد succinate وزيادة على ذلك مثبطات السايتوكروم مثل azide ، cyanide وكذلك actinomycin A لها تأثير قليل او معدوم على التنفس واذا يلعب نظام السايتوكروم O في الاسكارس دوراً في اختزال fumarate الى succinate وفي نفس الوقت يمكن ان تعمل السلسلة الشبيهة بنوع اللبائن بصورة طبيعية تحت ظروف خاصة فان التنفس في هذه الدودة هو نموذجي لكائن لاهوائي اختياري facultate وليس اجبارياً obligate ربما تنطبق هذه الحالة ايضاً على ديدان اخرى تحتوي على كل من سلاسل السايتوكروم الطبيعية مسالك متفرعة بديلة .

لقد تم فحص السايتوكرومات والتأكسدات النهائية في عدد محدود من الطفيليات الابتدائية وقد نالت المثقبيات trypanosones والمشعرات trichomonads وطفيليات الملاريا malaria اهتماماً كبيراً . ان انظمة السايتوكروم في بعض المثقبيات حساسة الى azide والـ cyanide (مثل **Tryp cruzi**) بينما تم توضيحه بانها غير حساسة كلياً أو جزئياً لتلك المثبطات لنظام السايتوكروم الكلاسيكي في انواع اخرى (**T. congolense. T.rhodesiense. T.vivax**) . وتكمن احدى المظاهر الغريبة في انظمة نقل الالكترون في المثقبيات في عمل انظمة مختلفة في مراحل مختلفة في دورة حياة الطفيلي وهذا ينطبق بصورة خاصة على المثقبيات الافريقية (**T.rhodesiense. T.brucci**) التي لها اشكال متميزة في مظهرها وتركيبها الكيمياوي الحياتي وتعيش في دم الفقريات وفي معي الحشرة يشبه الشكل الزرعي culture form. للطفيلي مظهرياً الشكل الموجود في الحشرة . تمتلك المثقبيات التي توجد في الدم نظام glycerophosphate. oxidase يؤكسد L- α -glycerophosphate الى dihydroxyacetone phosphate مستعملاً الاوكسجين كمستقبل نهائي (شكل ٣ ـ ٥) الصفة البارزة للتنفس في الاشكال الزرعية هو الحساسية الجزئية للـ cyanide . ان نظام



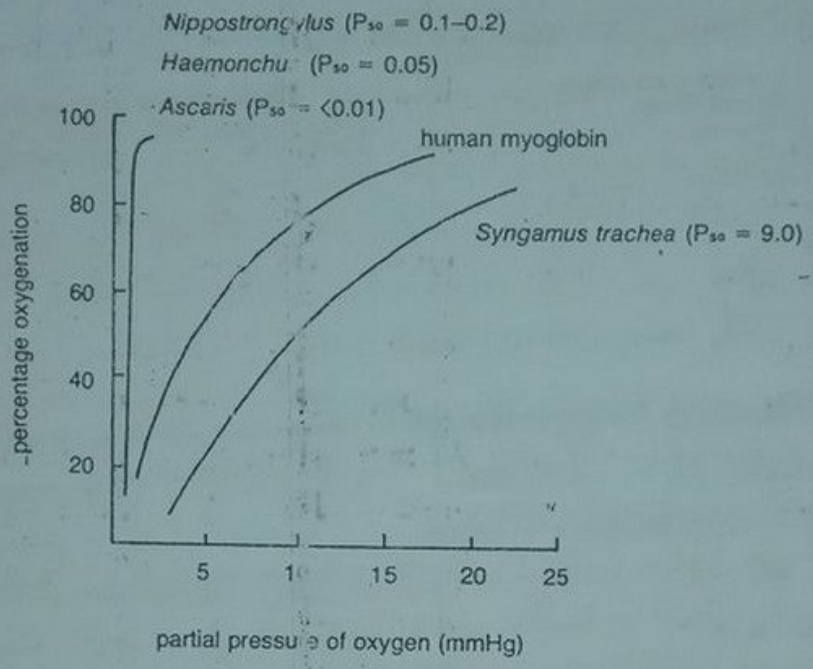
شكل ٣ ـ ٥ المسلك المقترح لـ L-α-glycerophosphate oxidase في المثقبيات (عن Hill ، ١٩٧٦)
Ⓟ = phosphate, A =

L-α-glycerophosphate oxidase ربما يكون مسؤولاً عن 90% التنفس في المثقبيات الموجودة في الدم بينما تنتج مؤكسدات اضافية عند تحول الاشكال الدموية في الوسط الزرعي وتلك المؤكسدات في الاشكال الزرعية لها ميل اقوى للاوكسجين من نظام α-glycerophosphate oxidases ويحتمل ان تكون لهذه الميزة علاقة مع شد الاوكسجين المنخفض في القناة الهضمية للحشرة بالمقارنة مع دم اللبائن .

الخضاب التنفسي في الطفيليات

يوجد الهيموكلوبين في عدد قليل من الطفيليات وبشكل ملحوظ في المثقبات ثنائية المنشأ Digenea وفي الديدان الخيطية Nematode . لقد بينت دراسات حديثة مثيرة على الهيموكلوبين في الديدان الخيطية الحيوانية بان وجود الخضاب التنفسي ربما تسمح للطفيلي العيش في مناطق ذات شد اوكسجين منخفض ومع ذلك تبقى تحصل على الاوكسجين لاستعماله في انسجة خاصة وليس للحيوان الكامل . تحتوي دودة الاسكارس Ascaris على نوعين متميزين من الهيموكلوبين احد اشكال الحبيبات موجود في السائل حول المعي perienteric fluid وتكون كمصدر للهيماتين haematin بينما الشكل الآخر موجود في جدار الجسم ربما تكون وظيفتها الحقيقية تنفسية . ان الصفة المميزة للخضاب التنفسي للعديد من الديدان الخيطية الطفيلية (Nippostrongylus ، Haemonchus ، Ascaris) هو ميلها

القوي للاوكسجين (شكل ٣ ـ ٦) وبالمقابل هناك اشكال مثل **Syngamus trachea** وربما **Camallanus trispinosus** تحتوي على هيموكلوبين ذي ميل منخفض للاوكسجين ويعتقد ان هذا له علاقة مع شد الاوكسجين العالي نسبياً الموسط الذي توجد فيه تلك الطفيليات مثل لرغامي في حالة Syngamus



شكل ٣ ـ ٦ ميل الاوكسجين لبعض هيموكلوبينات ديدان خيطية قيم P_{50} هي ضغوط الاوكسجين المطلوبة لاعطاء ٥٠٪ تشبع للهيموكلوبين الاشكال هي لهموكلوبين جدار جسم الاسكارس وهيموكلوبين سائل الجوف الكاذب للديدان **Nippostrongylus brazilliensis Haemonchus contortus trachea.** معاد رسمه عن **Atkinson, H.J** (١٩٧٦).

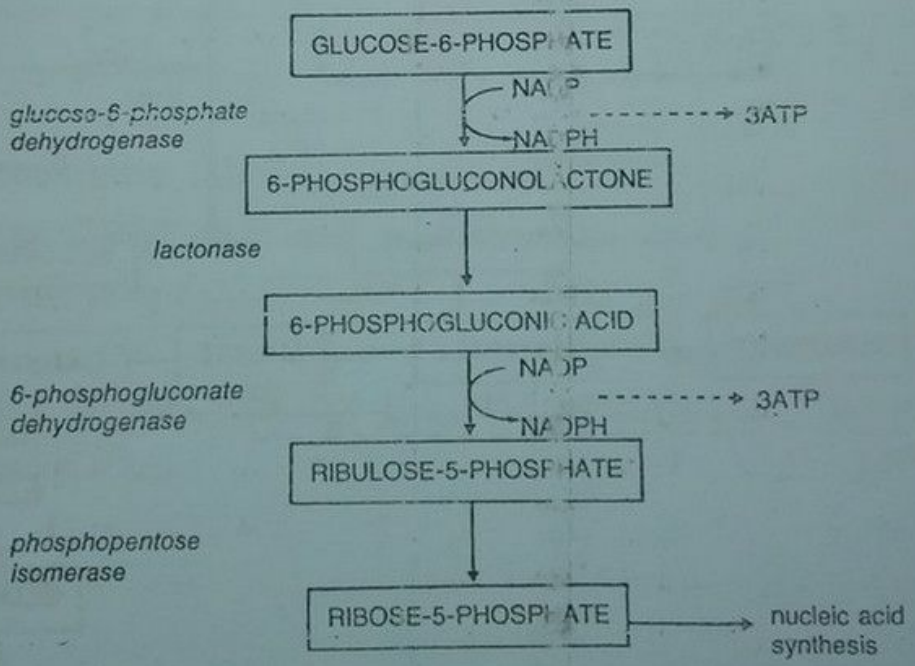
يمكننا الافتراض بأن الطفيليات التي تحتوي على خضاب تنفسي ذات ميل قوي للاوكسجين تمتلك فائدة تكييفية للحياة أو للعيش في اوساط ذات شد اوكسجين منخفض كقناة الطعام للفقريات . مع ذلك فان المعومات المتوفرة قليلة حول تحرر الاوكسجين من مثل هذه الهيموكلوبينات لقد تمت البرهنة على ازالة الاوكسجين جزئياً partial deoxygeuation لهيموكلوبين بعض الديدان الخيطية في الزجاج في ظروف قد تحدد من استهلاك الاوكسجين ولكن لاتتوفر معلومات حول تحرر أو انطلاق الاوكسجين في الجسم الحي . ان الدراسات حول الهيموكلوبين البلعومي pharyngeal haemoglobin للدودة الخيطية البحرية المعيشة **Enoplus brevis** تشير بان ازالة الاوكسجين من الهموكلوبين تتم بواسطة الدودة في شد اوكسجين منخفض وكذلك اثناء الفعالية وبهذه الطريقة فان الخضاب التنفسي يمكن

ان يضمن تحرر الاوكسجين ى الانسجة وقت الحاجة ومن الواضح فانه يجب جمع معلومات اكثر حول الحبيبات التنفسية للكائنات الطفيلية قبل وضع تعميم حقيقي .

مسار الفوسفات الخماسي في الطفيليات

ان هذا المسار ذو اهمية قليلة نسبياً في ايض الكاربوهيدرات الهدمي . تتحول السكريات السداسية hexsoss عبر سلسلة تفاعلات الى سكريات خماسية بمحصلة انتاج جزيئتين من NADPH و التالي ست جزئيات من (ATP) لكل جزيئة من الـ glucose يتم ايضها ربما تكون طبيعة الخلق الحياتي لهذا المسار اكثر اهمية وبالاخص فيما يتعلق بصنع الحامض النووي (شكل ٣ ـ ٧) .

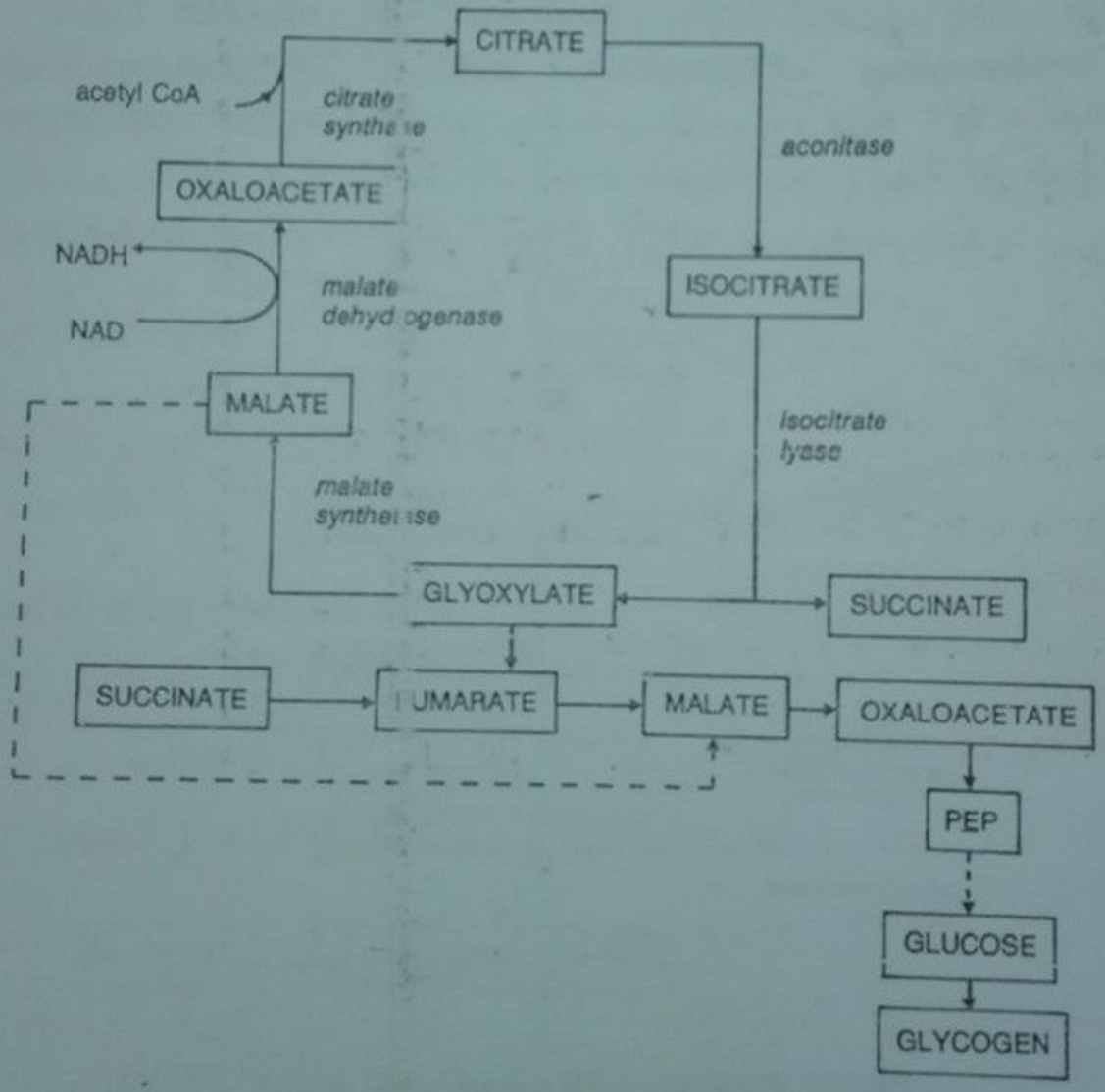
تشتمل الطفيليات التي ها مسلك فوسفات خماسي فعال على **Trypanosoma cruzi** ، **Plasmodium berghei** ، **Echinococcus granulosus** ، **Ascaris lumbricoids** ومن المؤسف أن هناك محاولات قليلة لاثبات وجود هذا المسار في طفيليات اخرى وتبقى اهميته بالنسبة الى طريقة الحياة الطفيلية مجهولاً .



شكل ٣ ـ ٧ مخطط لمسلك الفوسفيت الخماسي **Pentose phosphate** .

مسار الـ glyoxylate :

يستعمل العديد من الاحياء المجهرية والنباتات الراقية دورة glyoxylatc لصنع الكاربوهيدرات من مواد اولية ذات ذرتين من الكاربون وبشكل ملحوظ من الدهون عبر acetyl-co A (شكل ٣ ـ ٨) ان الانزيمات المفتاح لهذا المسار هي Isocitrate lyase والـ malate synthetase غير موجودة في الحيوانات العليا وفيما يتعلق الامر بالطفيليات فالمعروف ان هذه الدورة معروف عنها انها تعمل في نوعين فقط **Fasciola hepatica** البالغة والـ **Ascaris lumbricoicles** (البيضة) مع انه لايوجد دليل لدورة فعالة في النوع الاول (اي Fasciolo).



شكل ٣ ـ ٨ دورة glyoxylate .

الخلاصـــة

١ ـ يكون الكلايكوجين اكثر السكريات المتعددة المخزونة شيوعاً في الطفيليات ولو ان بعض الابتدائيات تخزن amylopectin وتوجد السكريات البسيطة في الانسجة الطفيلية في تراكيز واطئة فقط .

٢ ـ ان حل السكر glycolysis (الايض الهدمي اللاهوائي للكاربوهيدرات لانتاج ATP) هو مصدر مهم لايضي الطاقة في عدد كبير من الطفيليات خاصة تلك التي تعيش في مناطق ذات شد اوكسجين مختزل . تحرر الطفيليات نواتج نهائية مختلفة كثيراً من حل السكر .

٣ ـ تم شرح طريقتين لتثبيت Co_2 في طفيليات القناة الهضمية في الفقريات تشتمل هذه العملية على انزيم malic او phosphoenolpyruavate carboxylase .

٤ ـ توجد دورة knebs في بعض الطفيليات ولكنها غير كاملة او مفقودة في طفيليات اخرى ونستعمل بعض الديدان جزءاً من الدورة في الاتجاه المعاكس مختزل matate الى fumarate ثم الى succinate الذي يطرح بعد ذلك .

٥ ـ بالرغم من اهمية العيش لاهوائياً فالعديد من الطفيليات تمتص اوتأخذ الاوكسجين عندما يكون متوفراً . ان اهمية الايضية للاوكسجين هي موضع جدال .

٦ ـ لقد تم وصف انظمة السايتوكروم الفعالة Functional cytochrome في عدد من الطفيليات الصفة العامة لتلك الانظمة هو تفرع السلسلة لتعطي اكثر من مؤكسد نهائي . اهمية السايتوكرومات للطفيليات الابتدائية غير واضحة .

٧ ـ تمت دراسة مسالك ثانوية في ايض الكاربوهيدرات في الطفيليات احياناً .

الفصل الرابع

البروتينات ، الدهون والاحماض النووية
Proteins, Lipids and Nucleic acids

المقدمة :

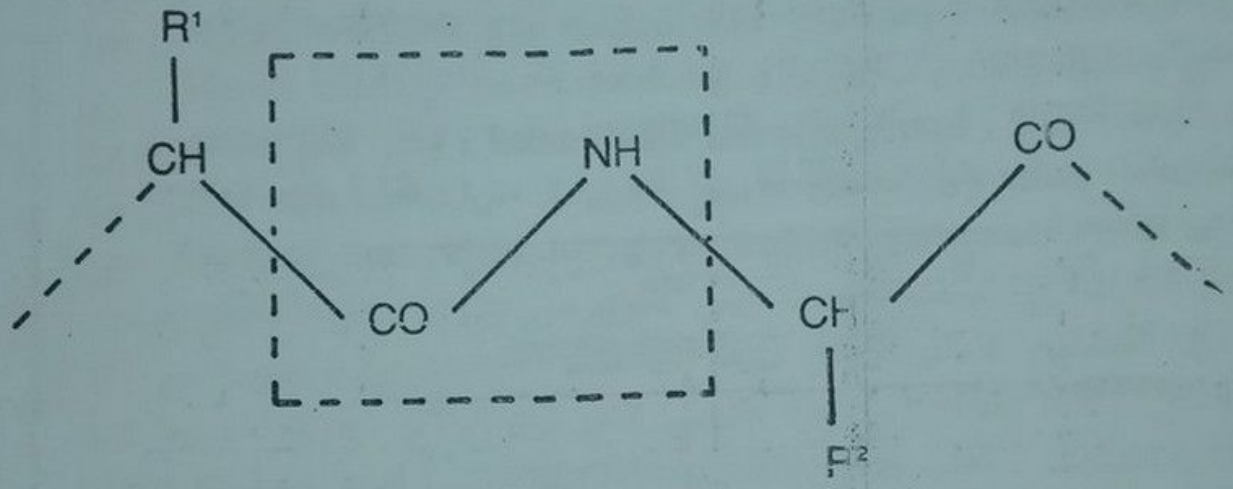
بالرغم من ان شرحاً مفصلاً للكيمياء الحياتية للبروتينات والدهون والاحماض النووية هو خارج مجال هذا الكتاب ، مع ذلك اعتبر ضرورياً ان الطالب الذي يدرس الطفيليات يجب ان يكون مدركاً للاتجاه العام لمعظم البحوث الحديثة في ترتيب الطفيليات على مستوى الجزيئات الكبيرة macromolecules وما يجب ان يكون واضحاً ايضاً هو ان الكيمياء الحياتية لتلك الجزيئات الكبيرة الاساسية غير مفهومة بشكل جيد عند مقارنة المعلومات المتوفرة عن الطفيليات مع مامتوفر في البكتريا واللبائن .

يوفر هذا الفصل تبصراً وجيزاً للظواهر الرئيسية في الكيمياء الحياتية للجزيئات الكبيرة للطفيليات . احدى الاهداف الاساسية في كيمياء حياتية الطفيلي هو البحث عن الفروقات الواضحة في طرق الكيمياء الحياتية الاساسية للطفيليات ووظائفها ومثل هذه الفروقات يمكن استغلالها في المعالجة الكيمياوية وفي التخلص أو تقليل تأثيرات او اضرار الطفيليات المرضية للانسان ولحيواناته الاليفة .

البروتينات :

تركيب البروتين : تتركب البروتينات من سلاسل طويلة من احماض امينية L-α amino acids كل منها مرتبط بواسطة اصرة ببتيدية peptid bond

(شكل ٤ ـ ١) هناك عشرون فقط من الاحماض الامينية موجودة عادة في البروتينات ومع ذلك تظهر تركيب البروتين اختلافات كبيرة في كل من تسلسل الاحماض الامينية وفي المظهر العياني gross morphology . تدخل البروتينات في عدد من الوظائف الاساسية في جميع الانسجة اي في دور تركيبي واسنادي Structural and support وفي تكوين العناصر المتقلصة contractile elements وكذلك كانزيمات enzymes وهورمونات hormones ومستضدات antigens والاضداد artibodies تحتوي بعض البروتينات مثل البروتينات السكرية glycopnoteins والبروتينات الدهنية lipoproteins على سكريات ودهون بالتعاقب بينما تحتوي بروتينات اخرى على مجموعة بديلة معدنية metabolic prosthetic group مثل الحديد في الهيموكلوبين .

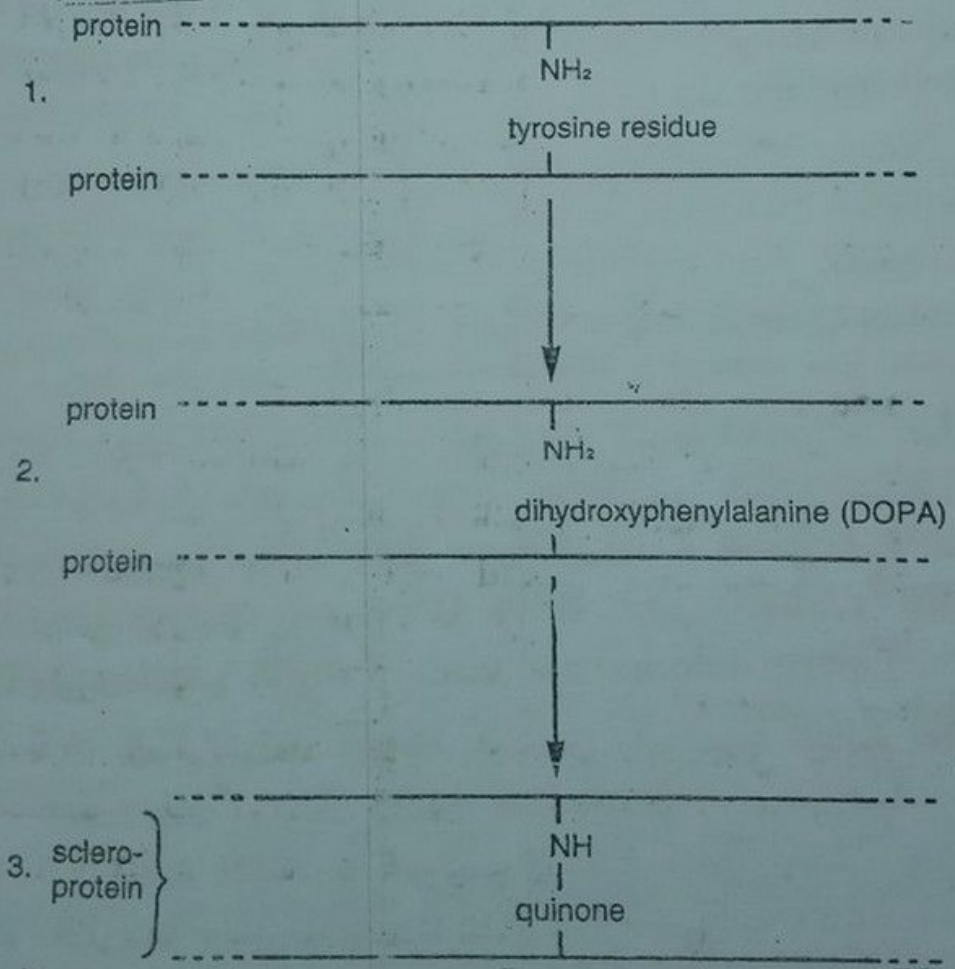


شكل ٤ ـ ١ الرابطة الپيبتيدية ـ تربط الاحماض الامينية المتجاورة في سلسلة بروتين R^1 ، R^2 ستكون بمثابة احماض امينية مختلفة المجموعة aliphatic او aromatic حسب الحامض الاميني الخاص

يختلف مجموع محتويات البروتين في انسجة الطفيلي من حوالي ٢٠ ٪ من الوزن الجاف الى مايقرب من ٨٠ ٪ . ان محتويات البروتين مشتقة اما من حجم جميع النايتروجين مضروباً بعامل ٦,٢٠ (تعتمد الدقة على كمية النايتروجين من المواد الغير بروتينية الموجودة) او بواسطة التقدير الكيمياوي المباشر باستعمال طريقة لوري لقياس الالوان Lowrie colorimetric method .

تضم بروتينات الانسجة مجموعتين رئيسيتين : الذائبة soluble وغير الذائبة insoluble او ذات دقيقات particulete . ان البروتينات غير الذائبة مرتبطة مع اغشية الخلية او التراكيب الغشائية داخل الخلية . تضم البروتينات الذائبة الانزيمات والهورمونات والمستضدات (الطفيليات لاتمتلك اجساماً مضادة) معظم البروتينات غير الذائبة لها اهمية تركيبية واسنادية وتشتمل على الكولاجين collagin . كيراتين Keratin والبروتينات المتصلبة Scleroproteins . يعتبر

الكولاجين من المكونات الشائعة في انسجة الطفيلي وهو موجود بشكل خاص في كيوتكل الديدان الخيطية وقشرة البيضة حيث يوفر درجة عالية من القوة وعدم النضوح impermeability . ويظهر التحليل الكيمياوي لكولاجين الكيوتكل في الاسكارس انه يختلف عن كولاجين الفقريات في احتوائه على كميات قليلة فقط من hydroxyproline بينما كولاجين عضلات الاسكارس اكثر شبهاً باشكال الفقريات في تركيبه الكيمياوي . لايوجد الكيراتين في الطفيليات ولكن توجد بروتينات تشبه الكيراتين في انسجة بعض الديدان الخيطية والديدان الشوكية الرأس كما يوجد ايضاً في كلاليب hooks رؤوس بعض الديدان الخيطية وتكون البروتينات المتصلبة جدران بعض بوغيات الابتدائيات الطفيلية ولكنها اكثر شيوعاً بشكل quinone-tanned اي sclerotin الذي يوجد في قشرة بيوض المثقبات ثنائية المنشأ والديدان الشريطية من رتبة السيدوفيليديا pseudophyllidae وفي جدران اكياس الميتاسركاريا metarcaria في بعض المثقبات ثنائية المنشأ . تتم عملية دبغ الـ tanning quinone بواسطة انزيم phenolase الذي يحول O-phenol الى مايقابلة O-quinone بوجود الاوكسجين (شكل ٤ ـ ٢) . والمركب الاخير بعد ذلك يرتبط بشكل مستعرض



شكل ٤ ـ ٢ مخطط مبسط لعملية دباغة الكوانين لتكوين بروتينات متصلبة وقية . سلسلتان متجاورتان من البروتين مرتبطة بشكل مستعرض عندما تتفاعل O-quinone لسلسلة واحدة مع بقايا الامين الحر

cross-link مع بروتين مجاور بتفاعله مع مجاميع (NH_2) حرة لتنتج Sclerotin ثابتاً بني اللون. ان الآلية الكاملة لهذه العملية ليست مفهومة ولكنها تستعمل بشكل واسع في الديدان كطريقة لحماية البيوض الهشة.

محتويات الاحماض الامينية

ان محتويات الاحماض الامينية في بروتينات الطفيلي وكذلك الخزين الحر free pool من الاحماض غير المتحدة unbound acids لاتظهر ابتعاداً كبيراً عما هو موجود في الحيوانات غير المتطفلة ان احتياجات الطفيليات من الأحماض الامينية غير معروفة بشكل كامل ولذلك فليس بالامكان تنظيم قائمة بالاحماض الامينية الاساسية لاي نوع من الطفيليات. ربما اكثر مصادر المعلومات حول الاحتياجات والتخليق الحياتي biosynthesis للاحماض الامينية يخص الابتدائيات الطفيلية وخاصة المثقبيات Trypanosomes وطفيليات الملاريا malaria وبالرغم من هذا حتى بالنسبة للابتدائيات تتوفر معلومات محددة فقط في الوقت الحاضر. (جدول ٤ ـ ١) فمثلاً **Leishmania tarentolae** لا يمكنها صنع arginine من proline ولذلك فإن الحامض الاميني الاول هو من الاحتياجات الاساسية من الجهة الاخرى تستطيع **L. donovani** القيام بهذا الصنع **Crithidia oncopelti** هي غير اعتيادية في كونها تنمو في وسط زرعي يحتوي على ميثونين methionine كمصدر وحيد للحامض الاميني ولكن يعتقد ان هذه الخاصية تعود لوجود الجسم ذي القطبين bipolar body في هذا الطفيلي الذي تبين الدلائل الحديثة انه ربما كان بكتريا متعايشة داخلياً endosymbiotic bacterium وتحتاج طفيليات اخرى من المثقبيات الى خليط معقد من الاحماض الامينية للنمو في الوسط الزرعي.

لقد ثبت صعوبة زرع الطفيليات متعددة الخلايا metazoa في اوساط زرعية ولذلك فإن معلوماتنا عن الاحماض الامينية الاساسية وطرق التخليق الحياتي لها ـ قليلة. تم زرع الدودة الشريطية **H.diminuta** من اليرقة الكيسانية cysticercoid الى الدور البالغ adult في وسط معقد جدا يحتوي على العديد من الاحماض الامينية مع ذلك لم تلق المحاولات التالية لتكرار طرق زرع Berntzen (1961) نجاحاً. تحتوي الاوساط الزرعية التي استعملت في تنمية انواع اخرى من الديدان الطفيلية عادة على مواد خام مثل مصل حصان horse-serum، مستخلص خميرة اوكسيد yeast or liver extract او محللات البروتين protein hydrolysates تحتوي جميع تلك المواد اعلاه على مكونات كاملة من الاحماض الامينية المطلوب توفرها واي منها يمكن صنعه من مواد نزيرة

precursors . ان تفاعلات نقل الامين transamination reactions المتضمنة على aminotrans ferases هي انظمة شائعة للتحول المتبادل للاحماض الامينية .

جدول ٤ ـ ١ التخليق الحياتي للاحماض الامينية في طفيليات ابتدائية مختارة

الطفيلي	الجزيئة المصدر	ا الحامض الاميني المصنع
Trypanosoma rhodesiense	arbohydrate	alanine, glycine, serine, aspartic acid, glutamic acid.
T. cruzi	erine	alanine, aspartic acid, glutamic acid, glycine, cysteine, threonine
T. gambiense	lucose lanine spartate lutamic acid rginine	alanine. cysteine, taurine. serine. cysteine, taurine, threonine. taurine, glutamic acid, proline.
T. brucei	roline	alanine, aspartic acid.
Crithidia fasciculata	ethionine, cysteine	threonine.
Leishmania tarentolae	rginine	proline.
L. donovani	roline	arginine.
Plasmodium knowlesi	rbohydrate ethionine rine	alanine, aspartic acid, glutamic acid. cysteine. methionine.
Entamoeba histolytica	rbohydrate	alanine, aspartic acid, glutamic acid.

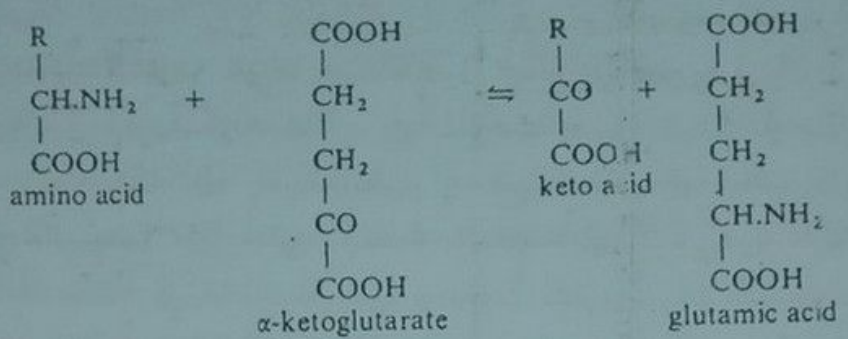
العديد من الطفيليات مثلاً α.ketoglutarate الى حامض glutamic (شكل ٤ ـ ٣) والـ pyruvate الى alanine في كلا التفاعلين هناك مدى واسع من الأحماض الامينية التي يمكن ان تكون كواهبات للامين amine donors يعمل نظام ketoglutrate في **Trypanosoma cruzi** ، **Leishmania donovani** ، **Fasciola hepatica** ، **Hymenolepis citelli** ، **Hymenolepis diminuta** ، **Entodinium shaudini** ، **Schistosoma Japonicum** ، **Fasciola hepatica** ، **Ascaris lumbricoides** ، **nana** ويمكن ان تعمل ايضا احماضاً كيتونية keto acids اخرى كمواد اساسية في هذا التفاعل مثلاً يدخل oxaloacetate في التخليق الحياتي للاحماض الامينية في **H.diminuta**، **Ascaris** **Schistosoma Japonicum** **Fasciola hepatica** **lumbricoides**

التفاعل العام

1. General reaction:

amino acid$_1$ + keto acid$_1$ ⇌ amino acid$_2$ + keto acid$_2$

2. α-ketoglutarate: glutamic acid transamination:



شكل ٤ ـ ٣ . خطة نقل الامين

١ ـ التفاعل العام

٢ ـ نقل الامين في α -Ketoglutarate:glutamic acid

صنع البروتين

لقد خطت الدراسات حول صنع البروتينات بواسطة الطفيليات على اتجاهين يشتمل الاول على دراسة مج مواد اولية معلمة اشعاعياً في بروتين الكائنات السليمة والاتجاه الآخر استعمال تحضيرات من الرايبوسومات ribosomes خالية من الخلايا مرة اخرى نجد ان معظم الدراسات استخدمت الابتدائيات المتطفلة وخاصة المثقبات Trypanosomes . تمتلك هذه السوطيات الدموية ، كاللبائن ، القدرة على صنع البروتين من قبل كل من المايتوكوندريا mitochondria والسايتوبلازم يشبه النظام لاول ـ اي نظام المايتوكوندريا مثيله في البكتريا حساس الى Chloramphenicol المثبط الفعال بينما يثبط نظام السايتوبلازم بواسطة cycloheximide وهذه الحالة من العلاقات هي صحيحة في معظم الابتدائيات التي درست مع احتمال استثناء صنع البروتين في مايتوكوندريا **Crithidia fasciculata**

يمكن ان تنشط تحضيرات من رايبوسومات **Crithidia oncopelti** المحتوية على S٨٦ رايبوسومات عند من الاحماض الامينية في رقم هيدروجيني ٦,٨ بوجود ايونات المغنسيوم Mg^{++} . وتعتمد الرايبوسومات السايتوبلازمية cytoplasmic ribosomes لـ **Crithidia fasciculata** التي يتراوح حجمها من ٨٣ ـ S٨٨ ايضاً على Mg^{++} لتنشيط الحامض الاميني . تبين الدراسات

الاخرى على طفيليات الملاريا Plasmodium Knowlesi Plasmodium berghei ان هناك تشابهاً كبيراً في صنع البروتين من قبل السايتوبلازم مع ماموجود في اللبائن .

عملياً لايعرف شيء عن تفاصيل صنع البروتين في الديدان الطفيلية وهذا اشارة الى اهمية كونه مجالا رحباً للبحث حيث ان العديد من الديدان يجب ان يكون لها معدل عال ملفت للنظر في صنع البروتين اذا ماقورن بمستواهم الخصب في انتاج البيوض مثلا انثى المثقبات Schistosomes تفرز 10% من وزن جسمها كل ٢٤ ساعة في انتاج البيض وحده . المعروف ان العديد من الديدان تمتص وتدخل مواداً مختلفة كثيراً في بروتينات انسجتها ولكن بصورة عامة فان مثل هذا الاتجاه يفصح عن القليل حول الآلية المشمولة لايوجد مع ذلك سبب للاعتقاد باختلاف الآليات الاساسية في صنع البروتين في الحيوانات المتطفلة وغير المتطفلة .

عمليات ايض البروتين والحامض الاميني

بالرغم من ان معظم الطفيليات الداخلية internal parasites تعتمد بشدة على عمليات ايض الكاربوهيدرات كمصدر اساسي للطاقة هناك عدة امثلة معروفة يكون فيها لايض البروتين والاحماض الامينية بعض الاهمية خاصة تحت ظروف طارئة . ان الحضانة في الزجاج بدون الكاربوهيدرات يؤدي الى زيادة انتاج الامونيا في عدد من الطفيليات Uogindis (Trypunuoma crusi) ، Trichomonas (Plasmodium gallinaclalm) وهذا يوحي بحدوث ايض بروتيني فعال . قد تستعمل Entodinium caudatum المجموعة ايض البروتين ايضاً لانتاج الطاقة . وتظهر Leishmania tarentolae زيادة في اخذ الاوكسجين بوجود بعض الاحماض الامينية . هذا الكائن الاخير هو غير اعتيادي في احتياجاته للحامض الاميني proline كمصدر رئيسي للطاقة مؤكسداً اياه في البداية الى glutauate واخيراً الى alanine و Co . ويمكن لطفيليات ابتدائية اخرى بضمنها Trypanosoma rhodesiense ، Plasmodium lophurae استعمال الاحماض الامينية ايضاً لانتاج الطاقة وهناك مقترح بان برقات بعض الديدان الخيطية تأيض البروتينات تحت ظروف طارئة .

سوف نناقش النتائج النهائية الرئيسية لايض النايتروجين في الفصل الخامس ويكفي القول هنا بان معظم الابتدائيات تطرح امونيا بينما تطرح الطفيليات متعددة الخلايا امونيا ويوريا الى حد كبير أو قليل . وتطرح العديد من الطفيليات الاحماض الامينية ولكن الآلية المثبتة واهمية ذلك غامضة .

البروتينات التنفسية

تحتوي انواع مختلفة من الطفيليات على الهيموكلوبين haemoglobin ففي الديدان المسطحة يوجد الهيموكلوبين في داخل الانسجة وفي الديدان الخيطية قد يكون موجوداً افقياً في سائل الجوف الكاذب Pseudocoelomic fluid (perienteric) تتصف هيموكلوبينات الطفيلي وخاصة الديدان الخيطية بميلها الشديد للاوكسجين موجبة بوظيفة تنفسية حقيقية وبالرغم من ذلك فقد لوحظ ان هيموكلوبين السائل الجسمي لبعض الديدان الخيطية مقاوم بقوة لتحرر الاوكسجين المتصل به وقد ادى ذلك الى تكهنات كثيرة حول الوظيفة الحقيقية لهذه العائلة من البروتينات وقد اقترحت وظائف بديلة تشتمل على التخلص من البيروكساید Peroxide عن طريق methaemoglobin وتكوين خزين Pool الذي قد تصنع منه مركبات دم اخرى. حساسية ضوئية photosensitivity (كما في **Meris subnigrescens**) واستنتج باحثون اخرون بان هيموكلوبينات الطفيلي هي في الحقيقة اثرية وليس لها وظيفة ومن الواضح أن هذا مجال مثير للابحاث التي قد يستفاد من استمرار الاهتمام بها.

السايتوكرومات cytochromes هي خضاب تنفسي (الفصل الثالث) تحتوي على مجموعة بديلة من الهيم. لقد تمت دراسة السايتوكرومات في عدد قليل من الطفيليات بضمنها المثقبيات Trypanosomes وعدد قليل من الديدان (Moniezia والـ Ascaris). تظهر التحاليل الطيفية spectral والاحماض الامينية اختلافات معينة بين سايتوكرومات كل من الطفيلي والكائن الفقري مثلا الحامض الاميني trimethyl-lysine هو من المكونات الشائعة في سايتوكرومات المثقبيات لكنه مفقود في الفقريات.

تنتج اطوار طفيليات الملاريا داخل الكريات الحمر intraerythrocytic stages خضاباً محتوياً على بروتينات دم داخل الكرية الحمراء المتطفل عليها. ان تركيب ووظيفة هذا الخضاب الفريد غير معروفة في الوقت الحاضر.

الدهون :

تركيب الدهون

ان الدهون عبارة عن مجموعة من مركبات مختلفة كثيرة ومتغايرة الخواص تشترك فقط بالطريقة الشائعة لاستخلاصها من نسجة الحيوان باستعمال المذيبات العضوية organic solvents مثل ميثانول methanol الكلوروفورم chloroform والاسيتون acetone . وفيما يلي تصنيف بسيط للدهون الموجودة بصورة طبيعية (انظر جدول ٤ ـ ٢) .

جدول ٤ ـ ٢ تصنيف الدهون الموجودة بصورة طبيعية .

Fatty acids		
saturated		
unsaturate		
branched c ain		
Glycerol derivatives		
glycerides mono, di and tri)		
phosphatic es		phospholipids
plasmalog ns		
Sphingosine derivatives		
sphingomy elins		
ceramides		
cerebrosid s		
gangliosid s		
Sterols (steroidal alcoho s)		
Terpenes		
Waxes (long chain alcoh ols esterified to fatty acids)		
Conjugated lipids		
lipoprotei s		
lipopolysa charides		

الاحماض الشحمية Fatty acids

توجد الاحماض الشحمية المشبعة saturated (بدون آصرة مزدوجة) وغير المشبعة unsaturated (تحتوي على اعداد مختلفة من الاواصر المزدوجة) في الكليسيريدات glycerides والدهون الفوسفاتية phospholipid ويمكن

استخلاص كميات قليلة من الاحماض الشحمية الحرة ـ free fatty acids من جميع الانسجة الحيوانية . قد تمتلك الديدان الخيطية وبشكل غير اعتيادي كميات كبيرة من تلك الاحماض الشحمية الحرة مثل **Nippostrongylus brasiliensis** ٦٠٪ من مجموع الدهون والـ **Strongylaides ratli** ٦٧٪ من مجموع الدهون . غالباً تمثل كمية الحامض الشحمي الحر اقل من ١٠٪ من مجموع المحتويات الدهنية وهذا عادة يشمل الكلسيريدات ايضاً . بصورة عامة لا تختلف الاحماض الشحمية في الطفيليات عما موجود في الحيوانات غير المتطفلة .

الكلسيريدات

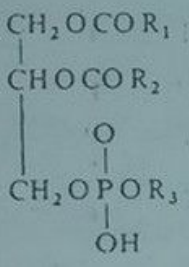
تتكون الكلسيريدات glycercides في اللبائن من glycerol وحامض شحمي واحد او اثنين او ثلاثة وهي تكون عناصر الخزن الرئيسية للدهون . ان الدهن المخزون في الطفيليات هو اقل انتشاراً مما في الحيوانات الاخرى . تمتلك الابتدائيات المتطفلة parasitic protozoa كميات قليلة فقط من الكلسيريدات الثلاثية triglyceride والـ ان من المفيد ملاحظته ان الاشكال الزرعية culture froms لبعض المثبيات trypanosomes تحتوي دوماً على كلسيريدات ثلاثية اكثر من مثيلتها من الاشكال الدموية وسبب ذلك غير واضح قد تعمل الكلسيريدات الثلاثية كخزن للطاقة في المراحل المتكيسة لبعض الابتدائيات مثل كيس البيض oocyst لطفيليات ايميريا Emeria التي ربما تكون عملياتها الايضية هوائية aerobic لم يتم بحث ماتحويه الديدان الطفيلية من الكلسيريدات بشكل كاف الا لعدد قليل من لانواع . تتكون دهون المنشقات schistosomes من ٣٠٪ تقريباً . كلسيريدات واحماض شحمية بينما تم الحصول على ارقام عالية نوعاً ما في بعض الديدان الخيطية ، الشريطيات ، شوكية الرأس .

الدهون الفوسفاتية

تكون الدهون الفوسفاتية phospholipids المكونات الدهنية الرئيسية في اغشية الخلايا وهي مشتقات derivatives الحامض الفوسفاتيدي phosphotidic acid (شكل ٤ ـ ٤) . توجد في الدهون الفوسفاتية انواع مختلفة من المجاميع القطبية polar groups مثل choline في phosphatidylcholine والـ serine في phosphatidylserine وللـ inositol في

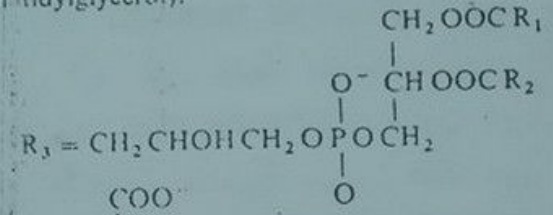
phosphatidylinositol والـ glycerol في diphosphatidylglycerol او cardiolipin . من المحتمل أن معظم الطفيليات تحتوي على دهون فوسفاتية في اغشيتها ولكن تم فحص عدة انواع بالتفصيل . ان اكثر الدهون الفوسفاتية الموجودة عادة هي phosphatidylethanolamine ، phosphatidylcholine ، phosphatidylserine ، phosphatidylinositol ، cardiolipin . Plasmalogeus sphingolipids

(a)



(b)

Phosphatidic acid: $R_3 = H$; R_1 and R_2 are long aliphatic chains.
Phosphatidylglycerol: $R_3 = CH_2CHOHCH_2OH$
Cardiolipin(diphosphatidylglycerol):



Phosphatidylserine: $R_3 = CH_2CHNH_3^+$
Phosphatidylethanolamine: $R_3 = CH_2CH_2NH_3^+$
Phosphatidylcholine: $R_3 = CH_2CH_2N^+(CH_3)_3$

شكل ٤ ـ ٤ أ ـ التركيب العام للدهون الفوسفاتية في الجزيئة الام
Phosphatidic acids = H
ب ـ بعض الامثلة المعقدة .

الستيرولات

اكثر الستيرولات sterois انتشاراً في الانسجة الطفيلية هو الكليسيترول cholesterol . فهو الستيرول السائد في المثقبيات trypanosomes والاميبا Entamoeba . والبلازموديوم plasmodium والمشعرات Trichomonas . ويوجد عوضاً عن الكوليسترول ستيرول بديل يدعى ergastrol في الاشكال الزرعية لبعض انواع المثقبيات (T. rhodesieuse T. levisi J-cruzi) ان

سبب هذا التحول في الستيرولات اثناء دورة الحياة غير معروف . تمتلك جميع الديدان التي درست كولستيرول بالاضافة الى انواع مختلفة من . استرات الكوليسترول chole trol esters التي يكون توزيعها غير منتظم . بصورة عامة يظهر ان الستيرولات لا تصنع من قبل الطفيليات ولذلك فهي احتياجات غذائية اساسية

هناك عدد قليل من الطفيليات تحتوي على مواد كاروتيتية صبغية pigmented carotenoid مشتقة من الكوليسترول (وهذا شائع في شوكية الرأس مثل يرقات **polymorphus minutus** تكون محاطة بشكل مميز بمحفظة capsulu ذات لون برتقالي فاتح غنية بالمواد الكاروتينية . يعتقد غالباً بان هذا التصبغ يجعل الطفيلي اكثر وضوحاً الى المضيف النهائي مثل الوزة duck عندما تتغذى على روبيان الماء العذب fresh water shrimps. (المضيف الوسط لهذا الطفيلي) . هناك عدد قليل من المثبات ثنائية المنشأ والديدان الخيطية تحتوي على المواد الكاروتينية ايضاً .

الشموع :

لقد تم استخلاص استرات الشمع Wax esters من انسجة عدد قليل من الطفيليات مثل المراحل اليرقية لشوكية الرأس . وهناك بعض الشك فيما اذا توجد الشموع في الابتدائيات المتطفلة .

التخليق الحياتي للدهون :

يظهر ان الطفيليات بصورة عامة تمتلك قدرة محدودة فقط لصنع احماض شحمية طويلة السلسلة مجدداً ولذلك فانها تعتمد بدرجة كبيرة على المضيف لتزويدها باحتياجاتها الاساسية . تستطيع اللبائن صنع احماض شحمية بواسطة معكوس عملية اكسدة بيتا β-oxidation process مستعملة مساعد الانزيم Acetyl-coA كمركب اساس يحتوي على ذرتين من الكاربون وبالرغم من احتمال وجود هذا المسار في بعض المثقبيات Trypanosoms فان معظم الطفيليات (الابتدائيات والديدان معاً) مقتصرة على اطالة السلسلة المحافظة coneservative chain lengthening للاحماض الشحمية الممتصة باضافة وحدات الاسيتيت acetate . ان تطويل السلسلة هو مظهر التخليق الحياتي للدهون في عدد من الطفيليات بضمنها الشمانيا Leishmania بعض المثقبيات Trypanosomes ، المشعرات

trichomonads . كرايثيديا Crilhidia ، البلازموديوم Plasmoduim المنشقة Schistosoma والدودة الشريطية Hymenol pis . تمتلك الدودة الخيطية **Ascaris lumbricoldes** قدرة محدودة صنع الدهن مستعملة malonyl-coA وبالنظر لعدم قدرة الطفيليات عموماً على صنع احماضها الشحمية الطويلة السلسلة فليس مدهشاً ان نجد ان مايحويه الطفيلي ن احماض شحمية تشبه كثيراً ماموجود في المضيف الذي يستقر فيه وهذا يتضح ز **Hymenolepis diminuta** التي قد يتغير ماتحويه من حامض شحمي وكليسرول باطعام المضيف اغذية تجريبية experimentaldiets يحتوي على زيادة او نقصان من دهون مختلفة وقد ثبت ان كلاً من (C_{16}:0) palmitic acid وكذلك، (C_{18}:2) linoleic acid يتغيران كثيراً تحت مثل هذه الظروف التجريبية .

ان كـلاً من المنشقـة المانسونية وحلزون الكبـد قـادر عـلى زيـادة طول السلسلة باضافة وحدات من الاسيتيت acetate الى الاحماض الشحمية المتصة وتظهر مقارنة محتويات الحامض الشحمي في كبد جرذ مع حلزون الكبد الناضج في الجرذان تشابهاً كبيراً عدا وجود حامضين هما (C_{20}:1) eicosenoic والـ (C_{20}:2) eicosadienoic اللذين يظهران في حزين الدودة worm pool ولكنهما لايوجدان في المضيف . ان حلزون الكبد له معدل عالٍ في صنع الدهون الفوسفاتية من المواد الاولية الـ ph sphate والـ glyccrol اللذين يتحدان بسرعة الى lysolecithin Phosh tid ylcholine ، Phoshotidylinositol ، plasmalogen ، phosphatidyle thanolamine phosphatidy) serine ethanalamine والـ Cardiolipin .

ان threonine مادة نزيرية مهمة لكل من acelate وكذلك Acetyl-COA في كل من المثقبيات Trypanosoma والـ Crithidia . يشتمل مسار التخليق الحياتي المقترح لتلك المركبات على المركب الوسطي amino-β-oxybutyrate وهو يثبط بواسطة tetraethylthiouram الذي يعد مثبطاً فعالاً للنمو في بعض المثقبيات .

هناك معلومات قليلة حول الالية المستخدمة من قبل الطفيليات في اضافة آواصر مزدوجة الى السلاسل الطويلة للاحماض الشحمية المتصة ولايعرف الكثير من العملية المثقبة في صنع الكلسيريدات لثلاثية triglycerid تدمج الدودة الشريطية Hymenolepis بسرعة الكليسرول المعلم اشعاعياً وللـ palmitic acid وكذلك Oleic acid (C_{18}:0) الى trigl cerides ودهون فوسفاتية . يعتقد ان هذا الصنع يتم بواسطة خطوات تشتمل على glycerophosphate α و

phosphatidic acid وكذلك diglyceride اضف الى ذلك ان الدراسات على الطفيلي Fasciola بينت الدمج السريع لكل من serine ، glucose ، Oleic acid الى دهون فوسفاتية ودهون سكرية glycolipids بضمنها cerebrosides . صنع phosphatidyethanolamine في **H-diminuta** عبر ازالة الكاربون من phosphatidylserine . ان صنع الدهن الفوسفاتي السريع صفته مميزة للعديد من الابتدائيات .

يظهر ان قدرة الطفيليات على صنع الستيرولات sterols محدودة ومعظمها تعتمد على وظائفها لتجهزها بتلك المركبات الاساسية باستثناء **Crithidia fasiculata** وبعض المثقبيات **Trypcnosomes** .

الايض الهدمي للدهون :

تقوم اللبائن بعملية الايض الهدمي هوائياً بواسطة تأكسد بيتا β-oxidution وحيث ان العديد من الطفيليات هي اختيارية Facultative او حتى لاهوائية اجبارية obligate anaerobs فيمكن تبرير توقعنا للاستعمال المحدد لمثل هذا الايض التأكسدي وقد تأيد هذا التوقع فهناك عدد قليل من الطفيليات يستعمل الدهون لانتاج الطاقة وتضم هذه الطفيليات **Trypanosome lewisi** . **Leishmania brazilensis** ، **Litomosoides carinii** **granulosus** **Tacnia hyolaigena Echinococcus** ، **Ascaris** والمراحل الحرة المعيشة لبعض يرقات الديدان الخيطية . لاتمتلك طفيليات اخرى كالدودة الشريطية Hymenolepis جميع الانزيمات المتممة للتأكسد β . تم تسجيل عملية الايض الهدمي اللاهوائي للاحماض الشحمية في بعض الابتدائيات المهدبة التي تعيش في قناة الطعام للمجترات ولكن هذا غير طبيعي جداً .

الاحماض النووية
تركيب الحامض النووي .

ان الحامضين النوويين الموجودين في كل الانسجة الحيوانية هما DNA (deoxyribonucleic acid) ، RNA (ribonucleic acid) معظم DNA موجودان داخل نواة الخلية وتكون المعلومات الوراثية الاساسية او جينوم genome . ان DNA جزئية حلزونية مزدوجة تحتوي على ازدواج نوعي من القواعد bases بين كل خيط من الحلزون المزدوج double helix وبذلك فان

guanine والـ cytosine مرتبطان دائماً وكذلك هو الحال مع adenine والـ thymine . ان تسلسل ازواج القاعدة في DNA لاي كائن هو الذي يمثل اساس صفاته الوراثية . قد تكون كميات قليلة من DNA موجودة خارج النواة ايضاً مقترنة غالباً مع المايتوكوندريا (mt DNA) وقد ينظم هذا الـ DNA صنع RNA الرايبوسومي . يوجد RNA في ثلاثة اشكال رئيسية RNA الساعي mesenger ويرمز له (m RNA) RNA الناقل transfer (tRNA) و RNA الرايبوسومي ويرمزل له (rRNA) يشبه RNA الـ DNA من الناحية التركيبية ولكنه يحتوي على ribose بدلاً من deoxyribose و uracil بدلاً من thymine وغالباً يكون منفرداً وليس على شكل خيط مزودج (جدول ٤ ـ ٣) يقرر تسلسل ازواج القاعدة في DNA الموجودة في النواة تسلسل القاعدة في RNA (النسخ transcription) والاخير يكون القالب template لصنع البروتين (ترجمة translation) في هذا التسلسل من الاحداث يكون mRNA مضياً في النسخ و tRNA في الترجمة والخطوة الاخيرة اي صنع البروتين تتم في الرايبوسوم .

لقد تطور حقل علم الحياة الجزيئي molecular biology مع مركز اهتمامه في الكيمياء الحياتية للاحماض النووية بمعدل خيالي و تهمل الكائنات الطفيلية في هذا الاتجاه الجديد في علم الحياة وقد لاقت المثقبيات السوطية اهتماماً اكثر من اية مجموعة من الطفيليات وهذا يمكن عزوة بسهولة الى وجود شكل غير اعتيادي من DNA خارج نواة تلك الابتدائيات يعرف DNA kinetoplast ويرمز له (KDNA) .

يفترض ان نوى الخلايا في جميع الطفيليات تحتوي على DNA وهناك ادلة كثيرة على ذلك تم الحصول عليها من صبغة فيولجين Feulgen وحديثاً من التحاليل الكيمياوية المباشرة . لايوجد هناك سبب للاعتقاد بان DNA الطفيلي يحتوي على قواعد غير اعتيادية . تقدير تركيب القاعدة باستعمال تقنيات مختلفة بضمنها تقرير كثافة الطفو buoyant في منحدرات من caesium chloride في جهاز الفوق منبذة التحليلي analytical ultracentrifuge وتقدير نقطة الانصهار melting point والتحليل الكيمياوي المباشر يبين المدى المتوقع من البيورينات purines والبريميدات pyrimidines ولو أن بعض الشكل يوجد فيما اذا كانت اي من الطرق اعلاه ستظهر وجود اي مكونات دقيقة مثل methylated bases .

يعبر عن تركيب قاعدة DNA عادة كنسبة guanine: cytosine الى مجموع ماتحويه من قاعدة . اي محتويات C + G . تتراوح محتويات C + G في DNA نواة الطفيلي من ١٨ ـ ٦١٪ بينما محتويات C + G في DNA خارج النواة

جدول ٤ ـ ٣ المكونات التركيبية للاحماض النووية DNA و RNA :

	Synthetic sequence تتابع البناء	مكونات الـ DNA	مكونات الـ RNA
bases	*de novo* synthesis, salvage, or dietary requirement	*purines* adenine guanine *pyrimidines* cytosine thymine	*purines* adenine guanine *pyrimidines* cytosine uracil
nucleosides	base + sugar	*deoxyribonucleosides* (sugar = deoxyribose) deoxyadenosine deoxyguanosine deoxycytidine deoxythymidine	*ribonucleosides* (sugar = ribose) adenosine guanosine cytidine uridine
nucleotides	nucleoside + phosphate	*deoxyribonucleotides* deoxyadenosine-monophosphate deoxyguanosine-monophosphate deoxycytidine-monophosphate deoxythymidine-monophosphate	*ribonucleotides* adenosine-monophosphate guanosine-monophosphate cytidine-monophosphate uridine-monophosphate
nucleic acids	polymerization of nucleotides	DNA	RNA

محددة اكثر وتقع بين ١٨ ـ ٤١٪ اجريت تلك التقديرات على اقل من (٤٠) نوع من الطفيليات وبذلك فان اي تعميم ربما يكون في غير محله .

لايعرف الكثير عن RNA في الطفيليات ، الدراسات مقتصرة على الابتدائيات المتطفلة والدودة الخيطية ـ الاسكارس ـ لقد تم تمييز RNA من الاجسام الكروماتيية chromatoid bodus (التي تتركب من رايبوسومات مرتبة بشكل متناظر وتتكون من S٣٠ ـ S٥٠ الوحدة الدقيقة) في **Entamoeba invadens** حيث تقترن مع مكونات البروتين . لقد تم عزل RNA الرايبوسومي و RNA الناقل من عدد قليل من الابتدائيات ولكن يعرف القليل جداً عن RNA الساعي .

صنع الحامض النووي
صنع البيورين والبريميدين .

لقد تم التوصل الى معظم المعلومات المتوفرة عن صنع الاحماض النووية من الابتدائيات والقليل من الديدان اللبائن تصنع حلقة البيورين purine اما من خلال مسالك التجديد او الانقاذ salvage وتتضمن على قواعد متكونة او nucleosides . تختلف العديد من الابتدائيات لمتطفلة عن اللبائن في كونها تعتمد كلياً على المصدر الغذائي او طريق الانقاذ حيث يظهر انها غير قادرة على الصنع المجدد لحلقة البيورين . يستثنى من هذا التعميم على الاقل نوعان من ـ الابتدائيات هما **Crithidia oncopelt** و **Trypanosoma lewisi** حيث انها يصنعان البيورين من الـ glycine والـ serine . لقد تم بحث صنع البيورين بواسطة مسارات الانقاذ في البلازموديو Plasmodium والمثقبيات trypanosomes ويظهر ان adenosine hypoxanthine والـ adenine تتحول بصورة طليقة او حرة الى بيورنيات .

وعلى نقيض البيورينات فان العديد من الطفيليات تصنع البريميدنيات pyrimidines بطريقة الصنع المجدد . نصنع كل الانواع التي درست حتى الآن ومعظمها من الابتدائيات البريميدنيات من مواد اولية كالـ aspartate والـ bicarbonate وكذلك glutamine . بالاضافة الى ذلك فان مسارات الانقاذ هي مصادر مهمة لتلك القواعد في العديد من الابتدائيات لقد تم التعرف على الانزيمات المعينة في صنع دي نوفو بريميدينات بواسطة plasmodium وتتضمن

synthetase orotidine-5 monophosphate pyrophosphorylase ، والـ deoxythymidilate dihydrofolate reduetase. ليس مؤكداً فيما اذا كانت الديدان الطفيلية تستطع صنع قواعد البيورين او البريميدين دي نوفو او فيما اذا تعتمد ببساطة على المضيف كمصدر لتجهيزها . ان عدة انواع من الديدان الشريطية ومثقبات ثنائية المنشأ وشوكية الرأس ناضحة permeable بشكل مطلق الى انواع مختلفة من القواعد ولكن تمت دراسة آلية الاكتساب في نوع واحد **H. diminuta** فقط (انظر الفصل الثاني) ان الصعوبات في احتفاظ الديدان في اوساط زرعية معينة لاي فترة زمنية هي بدون شك مسؤولة عن فقدان توفر المعلومات الاساسية . ان كل الحقائق عن صنع البيورين والبريميدين في الابتدائيات مشتقة كلياً من الكائنات المزروعة في اوساط زرعية محددة كلياً او جزئياً ومحتوية على جزيئات لمواد تريرية معلمة اشعاعياً .

صنع الحامض النووي

يشتمل صنع الاحماض النووية nucleic acids على سلسلة من انزيمات تدعى polymerases . وفعلياً لايعرف شيء عن تلك الانزيمات في الانسجة الطفيلية .

الايض الهدمي للحامض النووي

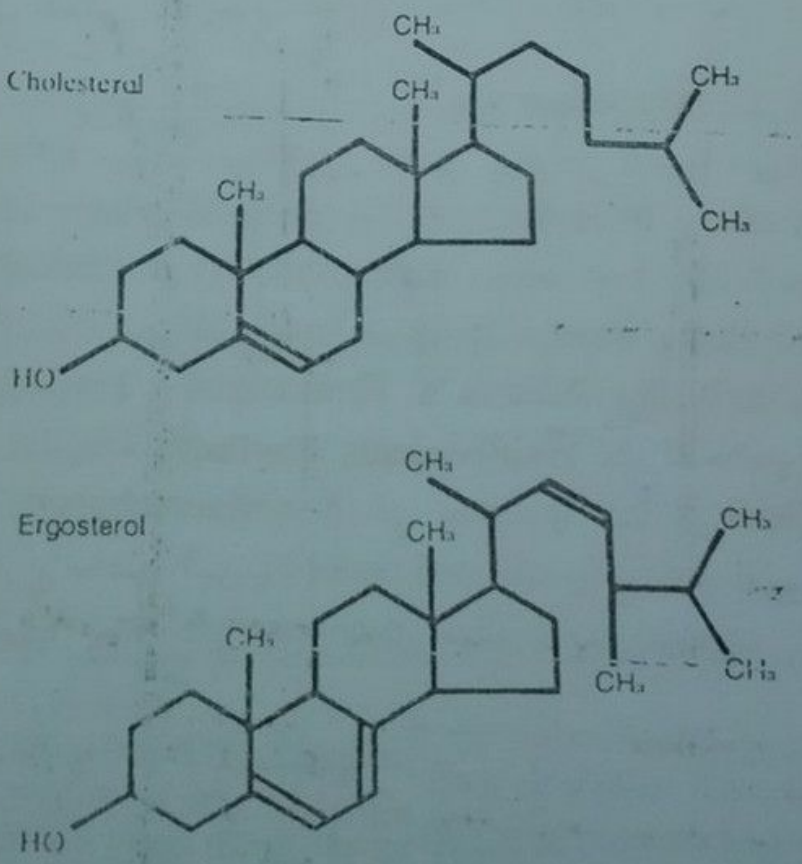
ان الانزيمات المحللة للاحماض النووية Nucleases مثل DNA-ase وكذلك RNA-ase مسؤولة عن الايض الهدمي للاحماض النووية الى nucleotides وتقوم الانزيمات phosphorylases والـ Phosphatases وكذلك hydrolases بتهديم تلك nucleotides الى nucleosides وقواعد حرة . لقد تم عزل انواع مختلفة من تلك الانزيمات من الطفيليات بضمنها **Crithdia oncopelti** ، **Piasmodium** ، **Trypanosoma** ، Entamoeba و Ascaris والـ Trichuris تحتوي انسجة الدودة الشريطية **Hymenolepis diminut** على الاحماض الامينية Balanine وكذلك β-aminoisobutyric التي يعتقد انها تنشأ من uracil والـ thymine . ويدل طرح حامض اليوريك uric acid احد نواتج تحلل للبيورينات من قبل عدد من الديدان ضمناً على ايض هدمي فعال لحامض نووي .

DNA خارج النواة في المثقبيات

ان DNA خارج النواة أو في المايتوكوندريا (mDNA) فظهر شائع في معظم الكائنات وما موجود في الطفيليات لايظهر اختلافاً اساسياً عما موجود في

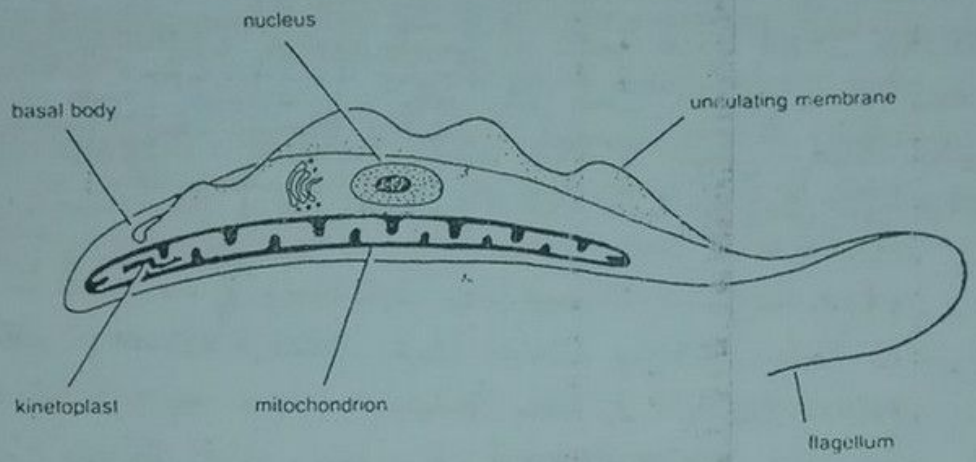
الحيوانات الحرة المعيشة . لقد كان KDNA في المثقبيات اول DNA خارج النواة يتم ذكره في الكائنات ذات النواة الحقيقة eukaryotes

يظهر KDNA في منحدرات كلورايد السيسيوم caesium chloride gradients كقمة منحدرة بسرعة يمكن تفريقها بسهولة عن DNA النواة (شكل ٤ ـ ٥) معظم DNA خارج النواة دائري الشكل وان KDNA لايستثنى من ذلك . يمكن عزل KDNA من مايتوكوندريون المثقبيات trypanosome mitochondrion سلياً تحت المهجر الالكتروني حيث يظهر بوضوح تركيبه الدائري في الحقيقة يتركب KDNA من عنصرين .ائريين واضحين يطلق عليهما الدوائر الصغيرة mini-circles والدوائر الكبيرة maxi-circles ، يتراوح قطر الاولى من ٠,٣ ـ ٠,٥ مايكروميتر بينما يبلغ معدل القطر الثاني ١١ مايكروميتر . تمثل اصغر الدوائر الصغيرة النموذج الموجود في مثقبيات اللبائن بينما توجد اكبر الدوائر الصغيرة في انواع الحشرات الطفيلية ويظهر استخدام الانزيمات الداخلية المحللة للاحماض الامينية المحددة restriction endonucleases (انزيمات تغلق الاحماض النووية في مواقع معينة) بان هناك درجة من عدم التجانس في تسلسل

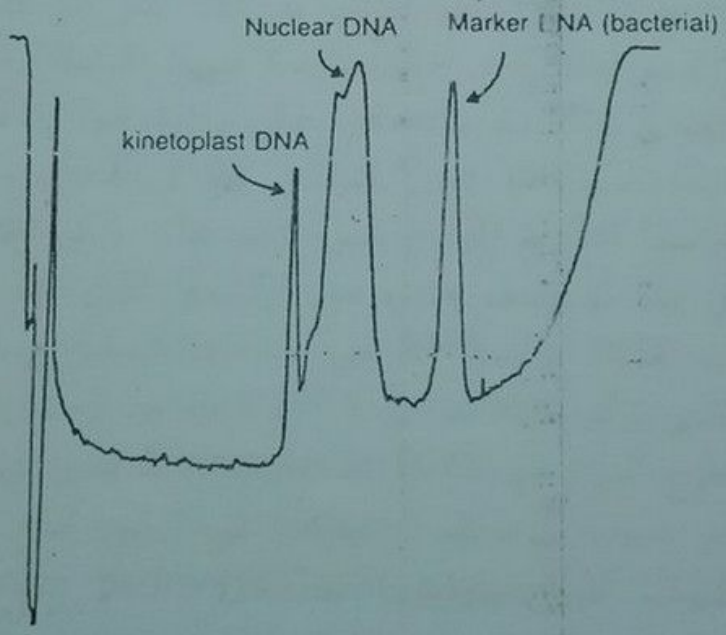


شكل ٤ ـ ٥ الستيرولات كولسترول وارغسترول

الـ nucleotides في KDNA الدائري الصغير ولكن الدوائر الكبيرة تتكون من تسلسلات غير مكررة من nucleotides يظهر عند الفحص تحت المجهر الالكتروني ان KDNA كشبكة من تكونات دائرية تمثل اقل من ١٠ ٪ منها العنصر الدائري الكبير . ويمكن ازالة الدوائر الكبيرة كاملة عن طريق المعاملة بالانزيم بدون فقدان هيئة شبكة DNA في Crithicia . هناك مايقرب من (١٤,٠٠٠) دائرة صغيرة و (٥٠) دائرة كبيرة في KDNA ان عناصر شبكة KDNA مرتبطة باواصر



أ ـ المظهر العياني لطفيلي من المثقبيات MICRODENSITOMA BRUCEI



ب ـ تتبع DNA الطفيلي Trypanosoma brucei بواسطة مقياس الكثافة الدقيقة

شكل ٤ ـ ٦ الكايتيتوبلاست و اينيتوبلاست DNA للمثقبيات يظهر كاينينوبلاست DNA كقمة حادة متميزة عن DAA النووي اضيف DNA معلم كمقياس داخلي من اصل بكتيري أو من حيوان لبون الرسم في (ب) مشتق من الطرد المركز الفائق السرعة التحليلي ومسجل تحت ضوء فوق بنفسجي (UV) nm 260 في توازن ضمن متدرج من كلوريد السيزيوم .

تساهمية convalent bonds ويعتقد ان الدوائر الصغيرة متسلسلة أو متحدة معاً ربما الى سلاسل طويلة .

بالرغم من ان الوظيفة الكاملة لـ KDNA غير واضحة فانه يعتقد بان الدوائر الكبيرة تمثل DNA المايتوكوندريا الحقيقي فانها دون RNA الرايبوسومي ان وظيفة مكوناث الدوائر الصغيرة في KDNA هو اقل وضوحاً ولكن ربما كانت لها اهمية اسنادية supportive أو تركيبية structural . تميل المثقبيات المعروفة Dyskinetoplastic الموجودة طبيعياً أو منتجة مختبرياً لفقدان KDNA ومعه القدرة لصنع المايتوكوندريا . يظهر ان بعض الاشكال ، مع ذلك ، مثل **T-equiperdum** ، **T.evansi** يمتلكان KDNA طبيعي . هناك الكثير الذي يمكن الاستفادة منه في هذا المجال من البحث خاصة فيما يتعلق بدور KDNA في التطفل بواسطة المثقبيات .

الخلاصـــة

١ ـ توجد البروتينات الاسنادية الكولاجين collagen ، البروتينات الشبيهة بـــالكيرا يـــن Keratin-like proteins والـــبروتينـــات المتصلبـة sclroproteins في العديد من الانسجة الطفيلية تكون البروتينات المتصلبة quinone-tanned الاغلفة الواقية لبيوض الديدان والاكياس ثم بحث محتويات البروتينات من الاحماض الامينية ، تركيب الاحماض الامينية الحرة ، الاحماض الامينية الاساسية ، التخليق الحياتي للحامض الاميني وضنع البروتين في عدد قليل من الطفيليات . تحصل القليل من الابتدائيات على الطاقة من ايض الحامض الاميني ولكن الديدان لاتفعل ذلك . لايعرف وظيفة البروتينات التنفسية مثل الهيموكلوبين في الطفيليات .

٢ ـ ان كميات الاحماض الشحمية الحرة . free fatty acid والكلسيديدات glycerides قليلة في معظم الطفيليات . توجد انواع مختلفة من الدهون الفوسفاتية Phospholipids في اغشية خلية الطفيلي . ربما تكون الستيرولان stero s والكلوليسترول Cholestrol والارجسترول ergostrol واسعة الانتشار لكنها عزلت من عدد قليل من الابتدائيات بصورة عامة لاتصنع الطفيليات احماضاً شحمية طويلة السلسلة ولكنها تعتمد على المصدر الغذائي لتلك الجزيئات التي يمكن زيادة طولها باعتدال . هناك معلومات قليلة نسبياً فيما يخص التخليق الحياتي للدهون . يحدث الايض للدهون بواسطة التأكسد (β) في بعض الابتدائيات ولكن تلك الطفيليات التي تعيش في بيئة أو وسط يحتوي على اوكسجين قليل تفقد تلك المسارات .

٣ ـ ان DNA والـ RNA هي مكونات طبيعية في انسجة الطفيلي . لقد تم تقدير تركيب القاعدة في DNA لاقل من (٤٠) نوعاً . لقد درس DNA خارج النواة اي Kinetoplastic DNA بعمق في المثقبيات ولكن وظيفته غير مفهومة . معظم الطفيليات التي درست صنع البيورين purine المحدد مفقود . تجهز مسارات الانقاذ salvage pathways أو مصدراً غذائياً الطفيليات بالبيورينات الاساسية لصنع الحامض النووي تصنع العديد من الطفيليات الريبدنيات دي نوكو . لايعرف الا القليل عن انزيمات البلمرة DNA or RNA polymerases في الطفيليات .

الفصل الخامس

الاجهزة الابرازية ، ابراز النايتروجين التنظيم المائي والايوني

Excretory systems, nitrogen excretion, water and ionic regulation

المقدمة

يكون الجهاز الابرازي في جميع الحيوانات مسؤولاً عن وسط داخلي ثابت نسبياً تجاه الوسط الخارجي المتغير دائماً وبذلك فان طفيلياً ما داخل انسجة مضيفة سيقطن وسطاً سيطر عليه بشدة من قبل الاجهزة الابرازية ولتنظيم التناضحي للمضيف . تنتشر الطفيليات من مضيف الى آخر واثناء هذا الانتشار تتعرض الى جملة ظروف بيئية مختلفة فيزياوياً وكيمياوياً . ان العديد من الطفيليات لها دورة حياة مباشرة ومرحلة انتقال واحدة من الجهة الاخرى هناك طفيليات مثل strigeid digeneans التي تصيب خلال دورة حياة واحدة ثلاثة مضائف مختلفة ولها مرحلتا انتقال واضحتان بذلك سنتوقع ان الجهاز الابرازي للطفيلي سيكون قادراً على ازالة نفايات العمليات الايضية ويقوم بتنظيم التناضحية عندما تتطلب الظروف السائدة ذلك .

بصورة عامة تقوم الاجهزة الابرازية بالعديد من الوظائف الفسيولوجية المهمة فهي تزيل النواتج النهائية للعمليات الايضية وتحافظ على التوازن الايوني ionic balance وتسيطر على المحتوى المائي للجسم وتزيل المواد الغريبة السامة . ان دلائل وجود تلك الوظائف في الطفيليات محدودة نوعاً وهناك الكثير من البحوث الهامة المطلوب القيام بها حول الاجهزة الابرازية وتنظيم التناضحية في الطفيليات الحيوانية .

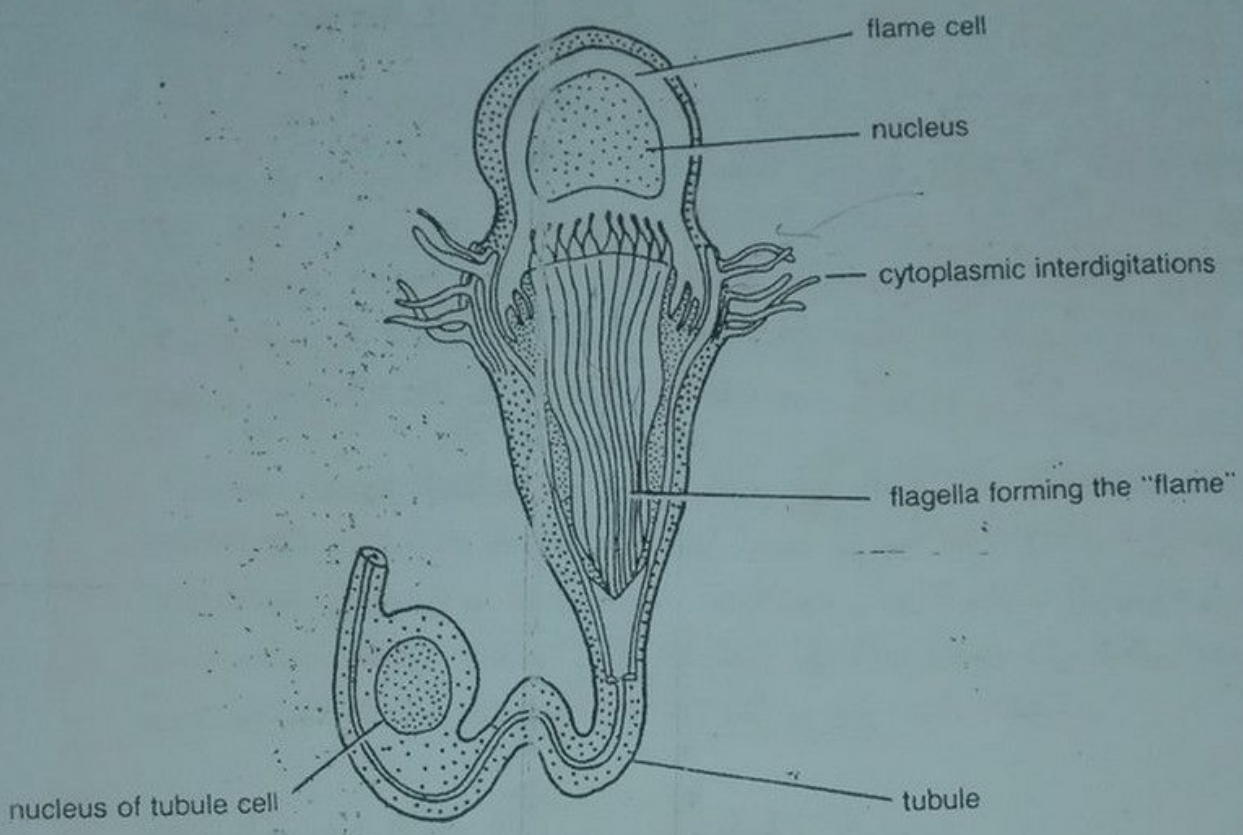
الفجوات المتقلصة في الابتدائيات :

ان العضية organelle المسؤولة عن موازنة الماء والايونات في الابتدائيات (وكذلك في الساميات Porifera) هي الفجوة المتقلصة Contractile Vacuole . فهي تلعب دوراً مهماً في تنظيم الماء والايونات في ابتدائيات الماء العذب fresh-water protozoans ولكن اهميتها الوظيفية قابلة للتساؤل في كل من الانواع البحرية marine والطفيلية parasitic فكلتا المجموعتين تعيشان في وسط متعادل isosomatic مع سوائلها الداخلية .

توجد الفجوة المتقلصة في عدد قليل من الطفيليات الابتدائية السوطية flagelletes والهدبيات ciliates ولكنها ليست تركيباً مميزاً في كل من البوغيات sporozoa او المتحولات amoebae . ان التخلص من النفايات النايتروجينية ربما ليست وظيفة الفجوة المتقلصة . يتم التخلص من النايتروجين على شكل امونيا او يوريا بواسطة التنافذ diffusion الى الخارج عبر غشاء الخلية .

جهاز النفريديا الاولي في لديدان المسطحة :

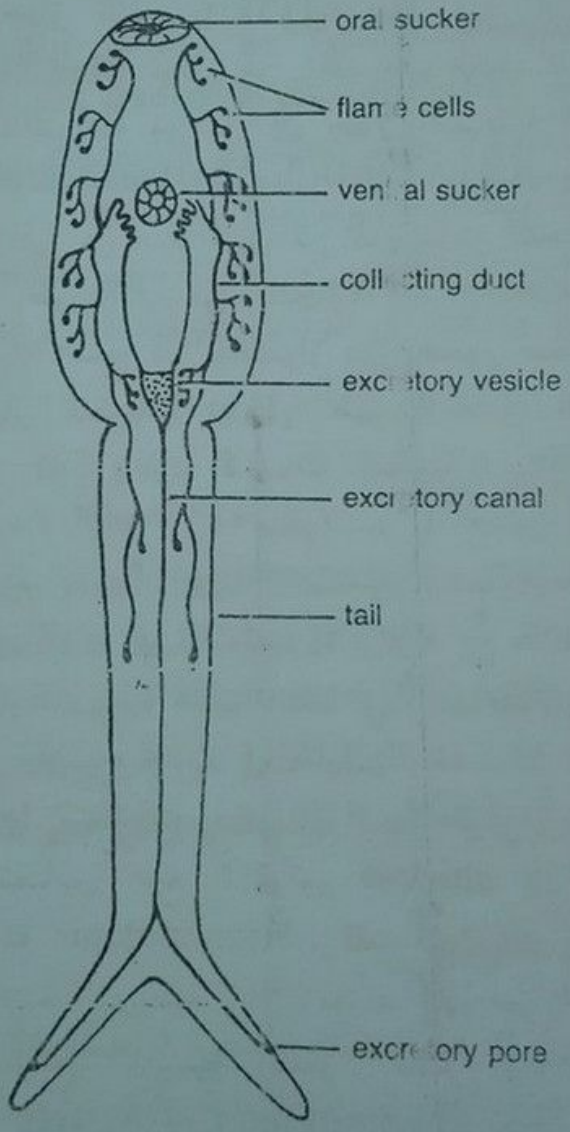
توجد النفريديا الاولية protonephridia المتكونة من نظام من نبيبات tubules مسدودة النهاية وتفتح خلال فتحة النفريديا nephridiopore في مجاميع واسعة من اللافقريات invertebrates يوجد في جهاز النفريديا الاولي في الديدان المسطحة platyhelmiuthes خلية لهبية flame cell واحدة في نهاية كل نبيب ابرازي . تشتق الخلية اللهبية اسمها من العدد الكبير من الاسواط التي تتذبذب بشكل نسقي يشبه اشتعال متقطع للهب . ان اجهزة النفريديا الاولية في المثقبات وحيدة المنشأ monogeneans وثنائية المنشأ digeneans والديدان الشريطية Cestodes لها تركيب مظهري متشابه لقد درس التركيب الدقيق لجهاز الابرازي في عدد قليل فقط من الديدان المسطحة بضمنها **Fascciola hepatica** **Echinococcus expansa** **Moniezic Himenthla quissetensis,** **Diphylobothternuim latum** **granulosus** تنشأ اسواط الخلايا اللهبية من دائرة بروزات السايتوبلازم الخلية تشابك interdigitate مع بروزات مماثلة من الخلية الاولى للنبيب الابرازي (شكل ٥ ـ ١) يقع الانيبيب الابرازي نفسه خارج الخلية ويتكون جداره من صفيحة من السايتوبلازم هناك عادة (٥٠ ـ ١٠٠) سوط في الخلية اللهبية . تدعى هذه الاسواط احياناً بالاهداب cilia ولكن الدلائل الوظيفية تؤيد ان مصطلح السوط مناسب اكثر . يحتوي كل سوط على نبيبات دقيقة microtubules مرتبة بشكل (٩ + ٢) ومرتبطة بالخلية



شكل ٥ ـ ١ : الخلية اللهبية ، العضو النهائي لمثقبة ثنائية اضيف معاد رسمها من WILSON, R.A webster, L.A, (١٩٧٤)

بواسطة جسم قاعدي basal body . تتذبذب الاسواط بتناسق في حركة تموجية undulating wave motion يعتقد انها تسبب جريان سائل النبيب وربما تسحب المواد المذابة من النسيج الحشوي المجاور الى العضو النهائي للجهاز الابرازي وقد تم وصف مايدعى بفتحة النفريديا nephrostome في الدودة الشريطية مونيزيا Moniezia وهذه تتكون من حلقة من الثقوب تمر خلالها المواد المذابة . لايوجد دليل على وجود مثل هذا التركيب في ديدان مسطحة اخرى . ربما يحدث ترشيح المواد المذابة والمواد العالقة في العضو النهائي نفسه او في الغشاء الطلائي epithelium للنبيب الابرازي الذي يمثل منطقة فعالة ايضياً وغنية بالمايتوكوندريا nitochondria ، جهاز كولجي Golgi apparatus . الشبكة البلازمية الداخلية endoplasmic reticulum . ان النبيبات المؤدية من العضو النهائي دقيقة جداً وهي خارج الخلية ولو انها اعتبرت في وقت ما داخل الخلية . ان الانبيبات محاطة ببطانة سايتوبلازمية كثيرة النبيبات في المثقبات ثنائية المنشأ وبزغيبات الديدان الشريطية .

يميل الجهاز الابرازي في المقبات الثنائية المنشأ (شكل ٥ ـ ٢) الى البساطة في الديدان اليرقية ويزداد تعقيداً اثناء النمو. فمثلاً ميراسيديوم miracidium حلزون الكبد **Fasciola hepatica** لها عضوان نهائيان يفتح كل منهما الى الخارج بصورة منفصلة ولكن في الطفيلي البالغ هناك عدة مئات من الاعضاء النهائية كل منها له نبيب يدخل او يصب في قنوات جامعة collecting ducts اكبر حجماً وهذه بدورها تؤدي الى مثانة ابرازية واحدة excretory bladder . ان الديدان الشريطية مجهزة بشكل جيد باعضاء نهائية ونبيبات ابرازية بالاضافة الى ذلك هناك قنوات ابرازية كبيرة ظهرية وبطنية تمر على طول القطع الجسمية proglottid تتصل بقنوات مستعرضة transverse cavals.



شكل ٥ ـ ٢ الجهاز الابرازي في المثقبات ثنائية المنشأ موضحاً في سركاريا مشطورة الذنب

بالرغم من اشارتنا لجهاز التفريديا الاولى للديدان المسطحة الطفيلية كجهاز ابرازي فهناك القليل من الادلة التي تؤيد هذا الافتراض . علاوة على ذلك فقد نوقش وبشكل مطول فيما اذا كان لهذ الجهاز دور في تنظيم التناضحية . سوف نفحص الدليل على ذلك فيما بعد ان جهاز ابرازياً فعالاً يجب ان يقوم بالترشيح المنتخب selective filtration واعادة امتصاص المواد المذابة reabsorption of solutes من اجل تنظيم المحتوي الكيمياوي للمواد الابرازية . لقد اقترض بان الترشيح في جهاز النفريديا الاولى يكون فعالاً في منطقة التشابك بين الخلية اللهبية والنبيب الابرازي وربما تسحب حركة السواط المواد المذابة الى الخلية اللهبية وتحركها على طول النبيبيب ولكي يحدث الترشيح يعتقد ان ضغط ترشيح عالٍ نسبياً filtration pressure. يمكن ان يتكون عبر اغشية التشابك ولكن لايوجد دليل مباشر على ذلك حتى الآن . يوجد دليل محدود بان النفايات النايتروجينية تنتقل داخل جهاز النفريديا الاولى يعتقد ان الامونيا في الدودة الشريطية **Moniezia expansa** تزال من الجسم بواسطة التنافذ خلال الانسجة وعبر الجلد . بينما هناك ادلة موجبة بان جهاز النفريديا الاولى في الدودة الشريطية **Hymenolepis diminueta** يقوم بازالة النايات النايتروجينية ان الدوده الشريطية الاخيرة هي واحدة من عدد قليل من الدراسات التحليلية حول الجهاز الابرازي للطفيليات لقد طور كل من Wilson و Webster تقنية للثقب الدقيق micropuncture سمح لهما بالحصول على حجوم صغيرة من السائل في القنوات الطولية في جهاز النفريديا الاولى اظهر التحليل الكيمياوي لحجوم اقل من ١٠ مايكرومول μl وجود الايونات العضوية (Na^+ ، K^+ ، Cl^- ، CO_3) مكافيء الى ١,١٥ ٪ NaCl (١٢ ملغم/ سم٣) احماض امينية . (٠,٤ ملغم/ سم٣) امونيا ، (٠,٥ ملغم/ سم٣) يوريا (٠,٧ ملغم/ سم٣) حامض اللاكتيك يتفق وجود تلك السوائل او المواد في القنوات الابرازية مع الافتراض بان جهاز النفريديا الاولي في الدودة الشريطية Hymenolepis هو جهاز ابرازي ولكن تبقى الحاجة الى الاثبات بان الترشيح يحدث في الخلية اللهبية وبان اعادة الامتصاص المتخصص والافراز (وكلاهما متطلبات جهاز ابرازي حقيقي) يحدث في قنوات النفريديا الاولية يعاد امتصاص جميع الكلوكوز glucose اللاكتيت و lactate واليوريا urea. في قنوات Hymenolepis . لقد بين ان جريان السائل في القنوات الابرازية في الدودة الشريطية اعلاه يعتمد على حركات جسم الدودة وان معدل التخلص من النواتج الرئيسية بالملغم/ ملم وزنه جاف/ الساعة هو ١٩,٤ lactate ١,٠٢ urea ٠,٠٠٨ ammonia لايمكن فهم اهمية جهاز النفريديا الاولي في فسلجة الابراز في الديدان الشريطية بالكامل مالم تجس دراسات تحليلة حاسمة اخرى .

لم يتم بحث فسلجة الابراز في المثقبات ثنائية المنشأ بصورة كافية ولذلك فان الوظيفة الدقيقة لجهاز النفريديا الاولى غير واضحة . توجد قطرات دهنية صغيرة جداً lipid dioplels في قنوات الابرازية في المثقبات **Fasciola hepatia** **Apatemon gracilis** **Diplostomum spathaceum** **Holostephanus luhei** وكذلك **Echinostoma revolutum** بينما لم يلاحظ وجود مواد دهنية في جهاز النفريديا الاولى في الديدان الشريطية . ترافق فعالية الانزيم alkaline phosphatase الجهاز الابرازي للعديد من المثقبات ثنائية المنشأ وقد يكون هذا مسؤولاً عن حلل فوسفات السكر suger phosphate في النبيبات وليست له علاقة مباشرة باي وظيفة ابرازية . لايوجد دليل يستند على تجربة يؤيد ان التخلص من المواد النتروجينية او نواتج ايضية يقوم بها جهاز النفريديا الاولى في المثقبات ثنائية المنشأ ومن المحتمل ان فقدانها يتم بواسطة التنافذ عبر الجلد بالمايتوكوندريا mitochondria ، جهاز كولجي Golgi apparatus . الشبكة البلازمية الداخلية endoplasmic reticulum . ان النبيبات المؤدية من العضو النهائي دقيقة جداً وهي خارج الخلية ولو انها عتبرت في وقت ما داخل الخلية ان الانيبيبات محاطة ببطانة سيتوبلازمية كثيرة الثنيات في المثقبات الثنائية المنشأ وبزغيبات الديدان الشريطية . قد يكون تنظيم التناضحية هي الوظيفة الأكثر اهمية لهذا الجهاز وخاصة في المراحل اليرقية الحرة المعيشة .

الابراز في شوكية الرأس

ان الديدان شوكية الرأس Acanthocephala ديدان غير اعتيادية في كون معظمها لا يملك اعضاء أو جهازاً ابرازياً واضحاً عدا بعض الانواع التي يقود لرتبة Archiacanthocephala التي تملك جهازاً تفريدياً اولياً يشبه في تركيب ماهو موجود في الديدان المسطحة يجب الافتراض بأن ازالة نواتج العمليات الايضية يتم بواسطة التنافذ عبر اغشية ثوب الكيوتكل والتي سبق شرحها في الفصل الثاني .

الابرازي الديدان الخيطية

ان الجهاز الابرازي في الديدان الخيطية المتطفلة (لا يختلف عن الاشكال الحرة المعيشة) هو ليس على شكل نفريديا اولية ولكن يتكون في الحالات البدائية من خلال غدية gland cells تؤدي الى فتحة ابرازية عن طريق حوصلة ابرازية excretory vesicle وفي الحالات المتطورة يتكون من جهاز من قنوات تكون عادة على شكل الحرف H يفتح الى الخارج بفتحة ابرازية واحدة . عادة هناك

خلايا غدية مرافقة لتلك القنوات . تشير الدلائل المستنبطة من التجارب بأن هذ الجهاز يقوم بوظيفة تنظيم تناضحي وليس له دور ابرازي .

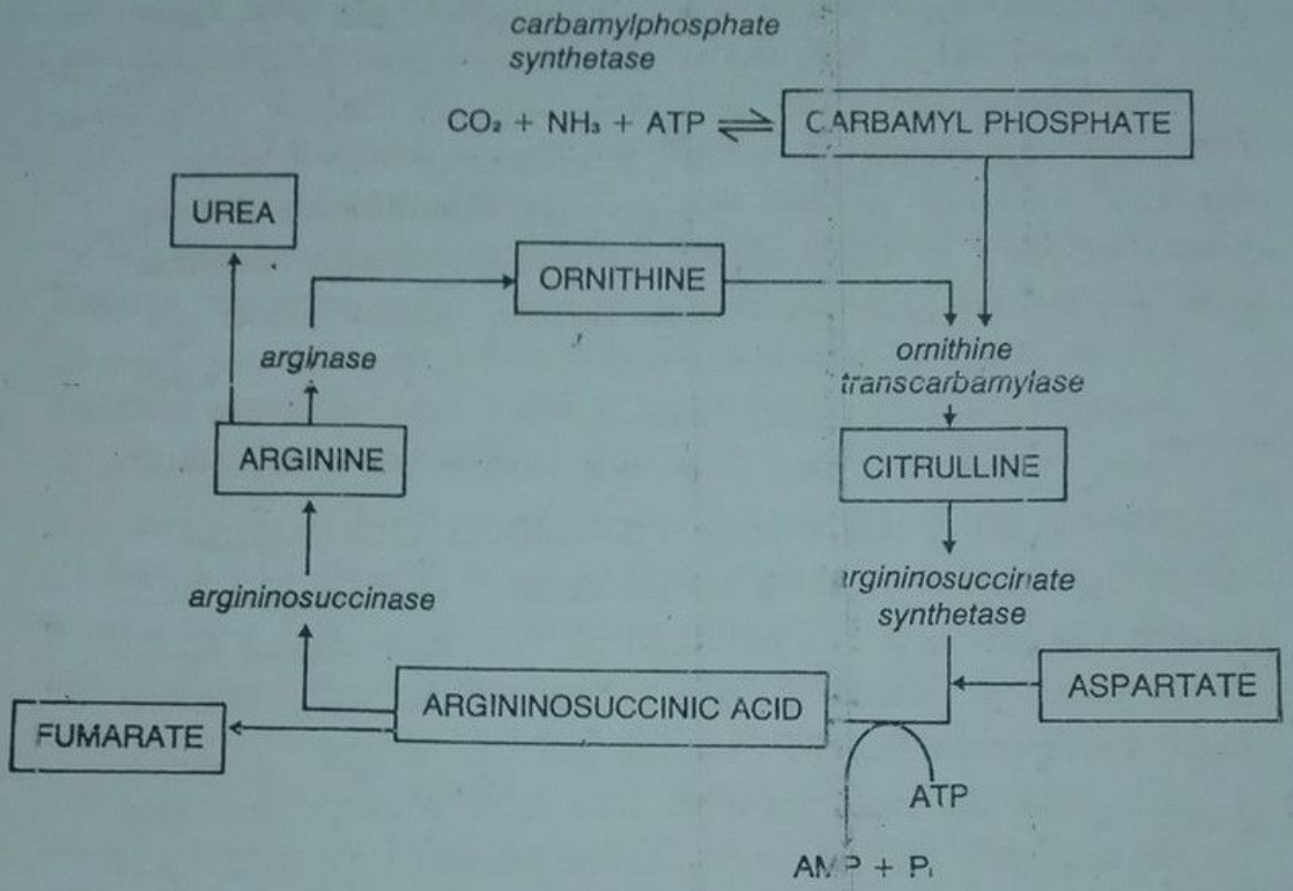
النواتج النهائية لعمليات ايض النايتروجين في الطفيليات

ان المصدر الرئيسي للنايتروجين الفائض والناتج من عمليات الايض مشتق من البروتينات والاحماض الامينية والى نطاق اقل من البيورينات purines والبريميدات pyrimidines . على الرغم من ان الطفيليات تطرح الامونيا وبذلك تشبه حيوانات الماء العذب الحرة المعيشة فقد تم تشخيص نواتج ابرازية مختلفة اخرى اكثرها شيوعاً هو اليوريا .

تطرح معظم الابتدائيات التي درست الامونيا ونحن نفترض بأن حجمها الصغير يتفادى الحاجة لتكوين نظام معقد لازالة سمية النايتروجين nitrogen detoxication . ربما توجد اليوريا بكميات قليلة ولكن في تلك الانواع التي تمت دراستها مثل **Crilhidia fasciculata** لاتوجد دورة يوريا (شكل ٥ ـ ٣) . وقد يعود ذلك بسبب غياب الانزيمات المهمة مثل transcarbamylase كذلك تظهر الاحماض الامينية في المواد الابرازية للعديد من الابتدائيات كما يستدل بواسطة وجود الاحماض الامينية في الاوساط الزرعية المستعملة في زرع الابتدائيات . ليس مؤكداً ان تلك الاحماض الامينية هي نواتج ابرازية حقيقية وانها ربما تمثل آليات جريان معاكس Counterflow mechanisms معينة بامتصاص الاحماض الامينية . يتحول الكلوكوز المتص في الاشكال التي تعيش في الدم من المثقبيات الكامبية **Trypanosoma gambiense** بسرعة الى الانين alanine الذي من المحتمل طرحه أو ابرازه . ان المطلوب اجراء دراسات مكثفة باستعمال التعليم الاشعاعي radiolabelling لتوضح دور الاحماض الامينية في عملية الابراز .

تطرح الطفيليات المسطحة عدداً من الجزيئات العضوية المشتقة من عمليات ايض النايتروجين وتمثل الامونيا اهم نواتج النفايات لبعض الانواع (**Moniezia benedeni Lacistorhynchus tenuis**) وتطرح الامونيا واليوريا من قبل **Fasciola hepatica** ، **Schistosoma mansoni** وتطرح الامونيا وحامض اليوريك بواسطة Fasciola gigantica Oaramphistomum explanatum وتطرح الديدان الشريطية Cysticercus tenuicollis ، Echinococcus grannlosus ، والـ **Taenia taeniaeformis** يوريا وحامض اليوريك . وتفرز العديد من الديدان كما هو الحال في الابتدائيات

احماضاً امينية في الاوساط الزرعية . ولكن يبقى اصل تلك الاحماض الامينية بحاجة للتقدير .



شكل ٥ ـ ٣ انتاج اليوريا بواسطة دورة اليوريا .

تنتج الامونيا بواسطة الطفيليات بعدد من المسارات المعروفة جيداً والتي تشمل مؤكسدات الاحماض الامينية ـ amino acid oxidases (Ascaris lumbricoides ، Hymenolepis diminuta ، Plasmodium berghei) مؤكسدات الامينات الاحادية mono-amines oxidases (Schistosoma mansoni ، Balantidium coli) والانزيم dehydrogenase glutamate (Ascaris ، P. berghei ، P.lophurae ، pygmacus (Microphollus وكذلك urease (Lacistorhynehus tenuis) .

ان تكوين اليوريا في الفقريات يعتمد على دورة اليوريا (شكل ٥ ـ ٣) ولكن وجودها في الطفيليات الحيوانية موضع جدل تحتوي العديد من الطفيليات على بعض الانزيمات وعلى بعض المواد الوسطية للدورة ولكن لا يعرف فيما اذا كانت الدورة فعالة في اي طفيلي . توجد الانزيمات

ornithine transcarbamylase ، arginase في الدودة الشريطية **H.diminuta** ولكن الدودة لاتستطيع صنع المادة المهمة Carbamyl phosphate الاعتقاد الشائع هو ان الاهمية الوظيفية لدورة اليوريا في الطفيليات بصورة عامة يمكن اهمالها ويمكن ان تكون انزيمات الدورة الموجودة معينة في فعاليات بنائية اخرى .

وفعلياً لايعرف شيء عن النواتج الابرازية في شوكية الرأس . تحتوي الدودة **Moniliformis dubius** على انزيم واحد فقط من دورة دورة اليوريا وهو ornithine transcar bamylase وبذلك فإن الدورة ربما لاتقوم باية وظيفة . جميع الديدان الخيطية ـ تقريباً تطرح الامونيا ولكن بعض الانواع تطرح اليوريا .

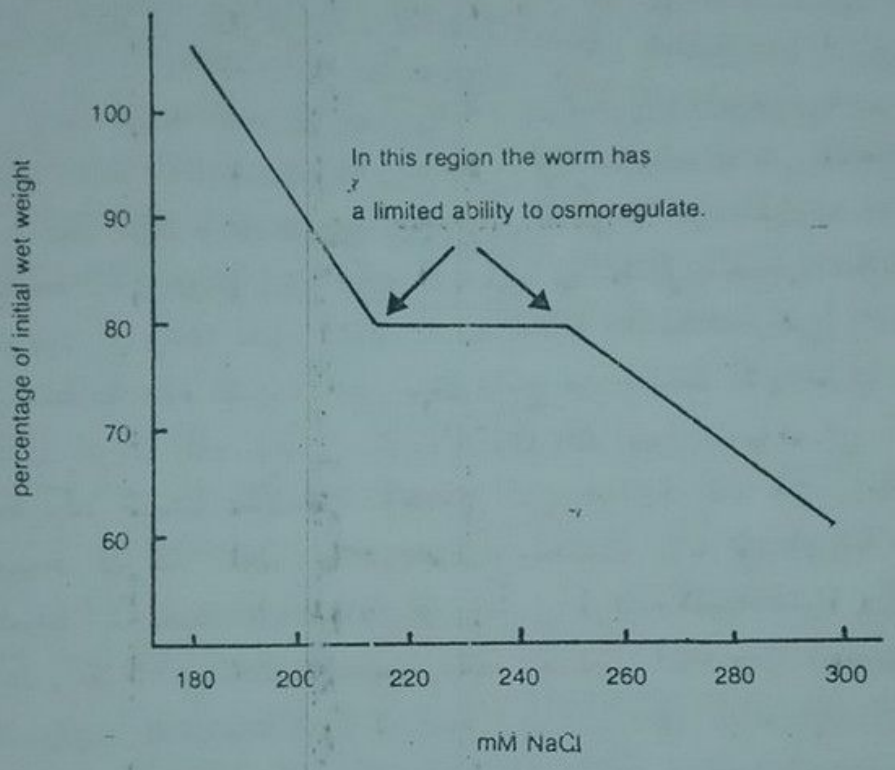
التنظيم الايوني وموازنة الماء :

الطفيليات بخلاف الحيوانات الحرة المعيشة لا بابه في الظروف الاعتيادية مشكلة فسيولوجية كبيرة في المحافظة على محتواها الما ب او التركيب الايوني لسوائلها الجسمية بمستويات مختلفة كثيراً عن المحيط الخارجي . توجد اكبر عقبة تناضحية Osmotic تواجه الطفيليات اثناء الانتقال بين المضائف . قد تستوطن مراحل الانتقال في الطفيليات وسطاً بحرياً marine ، ماء عذباً Fresh water اليابسة teresterial لاوقات او فترات مختلفة وفي داخل المضيف فان الطفيلي يعيش في وسط متعادل تقريباً isosomwtu مع سوائل انسجته تعيش الطفيليات الخارجية ectoparoinits كالابتدائيات وجميع المثقبات وحيدة المنشأ تقريباً monogereans ومثقبة واحدة ثنائية المنشأ (**Transrerson patialense**) digcnean والعديد من المفصليات arthropoda على السطح الخارجي للحيوانات المائية فاذا كان المضيف حيوان ماء عذب فان الطفيلي سيجابه مشكلة كبيرة لموازنة الايونات والحاء والماء حيث ان الخارجي ناقص التوتر hypotonic بالنسبة لسوائل انسجته وتعاني من المشاكل نفسها المراحل اليرقية للديدان المسطحة مثل البيوض eggs ، الميراسيديا miracidia ، الاونكوميراسيديا oncomeracidia السركاريا cercaria والكوراسيديا coracidia التي تنتشر في الماء العذب . ان الحاجة لمقاومة الجفاف dessicatisn هو مشكلة نسبية عامة في الابتدائيات والديدان المسطحة والديدان الخيطية المتطفلة في الفقريات البرية او الهوائية aerial تقوم بهذه المهمة في بيوض تلك الطفيليات الاغطية الواقية بدلاً من جهاز تنظيم التناضحية . تكون القدرة على مقاومة الجفاف في الديدان الخيطية الطفيلية متطورة جداً ولكن الآليات الوظيفية لها غير مفهومة .

لقد تمت دراسة دور التنظيم التناضحي في جهاز النفريديا الاولي للديدان في عدد قليل من الانواع باستعمال طريقة قياس معدل ضربات الاسواط للخلايا اللهبية عند وضع الدودة في اوساط تختلف في قوتها الايونية وضغطها التناضحي بصورة عامة توحي تلك الدراسات بان جهاز النفريديا الاولي هو غير معني بتنظيم التناضحية يظهر ان الديدان المسطحة مطابقة او مماثلة التناضح osmoconformers وذلك فان تركيب سائل قناة النفريديا الاولي يعكس تركيب المحيط الخارجي .

يبدأ ضرب الاسواط في الاعضاء النهائية في ميراسيديا بعض المثقبات الثنائية المنشأ عند الفقس بواسطة الضوء . في حلزون الكبد **Fascida hepaticu** لايلاحظ تغيير آخر في معدل ضربات الاسواط تحت ظروف خارجية مختلفة من الضغط الاوزموزي او التركيز الايوني . في الطفيلي البالغ **Fasciola giganticn** الموجود في وسط قليل التوتر تتمدد المثانة bladder وتفرغ محتوياتها عدة مرات وباستطاعة هذه الدودة العمل مدى واسع من الضغط الاوزموزي بدون تغيير وزنها خلال جريان الماء بينما في ديدان اخرى فان تغيرات الوزن هي استجابة شائعة الى الظروف البيئية مثلاً cysticerus tenuicoll s تفقد من وزنها عندما توضع في اوساط مفرطة التوتر hyperton c وتكتسب وزناً في ظروف قليلة التوتر تفقد الدودة الشريطية **H.dim inuta** وزناً في ظروف كثيرة التوتر وتكتسب ماءاً لكنها تفقد املاحاً في محاليل ملحية قليلة التوتر . ان جهاز النفريديا الاولي للدودة الشريطية **H.diminuta** لايمكنه السيطرة على المستويات الداخلية لايونات الصوديوم (Na^+) ولكن باستطاعته ان يسيطر سيطرة محدودة على تركيز ايونات البوتاسيوم (K^+) ويمكن ان تكمن هذه السيطرة على الغشاء الخارجي للدودة . الديدان الشريطية الاخرى التي تمت دراستها (calliobtherium Schistocephalus ، monniezia) هي مطابقة التناضح ايضاً . لقد اقترح بان الديدان الشريطية التي لها ادوار حرة المعيشة كما في رتبة السيدوفيتليديا Pseudophyllidae وكذلك في Trypanothyncha سيكون لها احتياج خاص للتنظيم التناضحي في الادوار اليرقية وهذه القدرة قد تستمر او لاتستمر في الدودة البالغة . تستطيع الدودة **Locistorhyhchus tenuis Locistorhyhchus** تنظيم الاوزموزية عبر مدى واسع من ضغط التناضح (شكل ٥ ـ ٤) كما يتبين بواسطة تغيرات الوزن في اوساط متغايرة القوة تلعب اليوريا دوراً مهماً في التنظيم التناضحي في دودة شريطية كلب البحر **Calliobotherium verticillatum**

فهذه الدودة نفاذة بشكل حر لليوريا وان اضافة اليوريا الى وسط زرعي سيمنع اخذ او امتصاص الماء . ربما لايكون هذا الدور لليوريا مدعاة للدهشة في ضوء اهميتها للاسماك الغضروفية elaomol ranch fishes في المحافظة على دم مركز وربما تلعب اليوريا ايضاً دوراً في تنظيم التناضح في طفيليات اخرى في الاسماك الغضروفية .



شكل ٥ ـ ٤ تغيرات الوزن في الدودة الشريطية Leistory achus tenuis بالنسبة الى التراكيز الخارجية لملح الطعام .
معاد رسمه عن Simmons, J.E, Read, c.p (١٩٦٣) .

ان المعلومات القليلة المتوفرة حول التنظيم الاوزموزي في شوكية الرأس توحي بانها ايضاً مماثلة التناضح لايوجد اي دور انتقالي حر المعيشة . قد تمتلك الديدان الخيطية المتطفلة قدرة تنظيم تناضحي محدودة كما يتبين من قدرتها لتغيير طول الجسم في اوساط قليلة او مفرطة التوتر لقد تم تعيين التنظيم الايوني فقط لدودة الاسكارس Ascaris التي يمكن السيطرة الى حد ما على تراكيز ايونات الكالسيوم والمغنيسيوم والبوتاسيوم ، والكلورايد في سائل الجوف الكاذب . تمتلك الادوار اليافعة لديدان Nippostrongylus ، Ancylos oma انبورة ابرازية ampulla excvetory تنبض بمعدل يتناسب عكسي مع الضغط التناضحي لمحيطها المباشر .

هناك القليل من المصادر حول موازنة الايونات والماء في الطفيليات وقد يعود ذلك الى سبب صغر حجم معظم الطفيليات وعدم قدرتها على البقاء بشكل ملائم في الوسط الزرعي . هناك في بعض الطفيليات فجوة متقلصة contractile vacuole ليس مؤكداً فيما اذا كان لها دور في تنظيم التناضح حيث ان هناك صعوبات عملية في تقدير جريان كميات قليلة جداً من الماء والايون عبر غشاء الخلية . هناك بعض التنظيم التناضحي في عدد قليل من الانواع مثل Balantidium ، **Ichthyophthirius multifilis, Entodinium Criticdia Fasiculata** ، Vohlkamfia calkensis ، Trypanosoma gamblensse تكون بعض المتحولات المعوية فجوات متقلصة عندما توضع في اوساط زرعية ناقصة التوتر وبامكانها البقاء حية ضمن مدى واسع من الضغط التناضحي يمتلك الكائن ذو البقعة البيضاء في الاسماك **Ichthyophthirius multifilis** بالرغم من كونه طفيلياً داخلياً العديد من الفجوات المتقلصة ولكن وظيفتها غير مفهومة .

الاحماض الامينية الحرة وتنظيم الاوزموزية

من المعروف ان الاحماض الامينية الحرة في سوائل الانسجة تساهم في التنظيم التناضحي في بعض اللافقريات الحرة المعيشة ويكون للاحماض الامينية البرولين proline والكلايسين glycine دور خاص وربما يكون للاحماض الامينية الحرة ايضاً دور في العلاقات التناضحية في البكتريا bacteria وهنا ايضاً يظهر proline دوراً فريداً .

لاتوجد دلائل واضحة مباشرة بان الاحماض الامينية الحرة للكائنات الطفيلية معينة بالتنظيم الاوزموزي ومع ذلك فمن المهم ملاحظته أن الاحماض الامينية الحرة للعديد من الطفيليات الخارجة من المثقبات الوحيدة المنشأ اعلى مما في الديدان الطفيلية الداخلية تحتوي المثقبات الوحيدة المنشأ على كميات كبيرة من البرولين الحر والبعض ايضاً يمتلك كمية كبيرة من glycice (جدول ٥ ـ ١) المتوقع بان تلك الاحماض لامينية الحرة قد يكون لها دور في التنظيم التناضحي ولسوء الحظ لاتوجد معلومات حول حجم أو محتويات الاحماض الامينية الحرة لمثقبات الوحيدة المنشأ التي تعيش في الماء العذب لغرض المقارنة .

جدول ٥ ـ ١ تراكيز الاحماض الامينية الحرة في ديدان طفيلية مختارة .

حامض اميني	١ Hymenolepis diminuta	٢ Schistosoma mansoni	٣ Dictyocotyle coeliaca	٣ Entobdella soleae	٣ Entobdella hippoglossi	٣ Discocotyle sagitta	٣ Diclidophora meriangi	٣ Diclidophora denticulata
برولين	٤،٣	٦،٦ ٥،٤	٦٣،٩	٣٧،٣	٧٢،٥	٨٠	٧٢،٣	٤١،٣
% المجموع الخزين الحر								
كلايسين	١٠،٩	٨،٣ ٨،٤	٢٠	٣١،٨	٩،٧	١٧،٥	٢٠	٤،٨
% المجموع الخزين الحر								
المجموع الخزين الحر	٥٦،٩	٤٠،٨ ٤٥،٣	١٢٧١،٧	١٤٤١،١	١٣٤٣٦			
مي مول/ غم وزن جاف								

الخلاصـــة

١ ـ توجد الفجوة المتقلصة في بعض الطفيليات الابتدائية فقط ربما تكون وظيفتها تنظيم التناضحية اكثر من وظيفتها الابرازية ولكن هناك دليلاً مباشراً ضعيفاً .

٢ ـ ان جهاز النفريد الاولي protonephridial systen للطفيليات المسطحة قد يكون مهماً في التخلص من نفايات العمليات الايضية لقد تم التعرف على الامونيا واليوريا والاحماض الامينية كمكونات في سائل النفريديا الأولي في نوع واحد من الديدان الشريطية . ان الديدان المسطحة الطفيلية هي بشكل رئيسي مماثلة التناضحية وبذلك فان اهمية التنظيم التناضحي لجهاز التفريديا الأولي قد تكون محدودة .

٣ ـ تطرح معظم الطفيليات الامونيا ولكن بعضها تنتج اليوريا أو حامض اليوريك قد يعتبر السطح الخارجي للعديد من الطفيليات الطريق الرئيسي الذي يتم عن طريقه فقدان النفايات السامة .

٤ ـ ان دور الاحماض لامينية الحرة في التنظيم التناضحي توجيه المستويات العالية من الكلايسين glycinc والبرولين proline في بعض المثقبات الوحيدة المنشأ .

الفصل السادس

التكاثر Reproduction

المقدمـــة :

يحتوي هذا الفصل على شرح مختصر جداً لعمليات التكاثر اللاجنسية asexual والجنسية sexual في الطفيليات من الابتدائيات الى الديدان الخبطية .

لم تدرس بايولوجية التكاثر في معظم الطفيليات بعمق وفي الوقت الذي تكون فيه التفاصيل المظهرية للاجهزة التناسلية معروفة بشكل جيد فهناك القليل من المعلومات الوظيفية المعروفة .

التكاثر اللاجنسي :

يتم التكاثر اللاجنسي بواسطة الانشطار splitting او تبرعم budding خلية منفردة او كائن كامل وبذلك فانه لايتضمن اتحاد امشاج احادية الصفات haploid gametes وما يليه من انقسام اختزالي meiosis ان التكاثر اللاجنسي هو ميزة العديد من الابتدائيات الطفيلية والمثقبات ثنائية المنشأ Digenea وعدد قليل من الديدان الشريطية Cestodes هناك تعاقب اطوار جنسية ولاجنسية في العديد من تلك الطفيليات خلال دورة الحياة وقد يحدث ذلك احياناً في نفس المضيف .

توجد في الابتدائيات على الاقل خمس عمليات لاجنسية مميزة ويعتبر (١) الانشطار الثنائي binary fission الشكل الاكثر شيوعاً للتكاثر اللاجنسي ويتضمن انقسام الخلية الابوية parent الى خليتين ابنتويتين daughter cells ويسبق العملية انقسام غير مباشر للنواة nuclear mitosis يكون مستوى الانقسام مستعرضاً transverse في الهدبيات ciliophora والوغيات sporozoa وطولياً

fissiom الانشطار المتعدد (٢) mastigophora في السوطيات longitudinil multiple ويتضمن الانقسام الثانوي للخلايا النبوية قبل انفصالها من الخلية الابوية تتصف بهذا النوع من التكاثر الـ gregarines والـ Trypanosoms ويؤدي الى تكوين كرات spher s او سلاسل chains من الخلايا البنوية (٣) الانفلاق schizogony شكل من التبرعم المتعدد multiple budding الذي تنتج فيه الخلية الابوية (المفلوق schizont) خلايا بنوية (الميروزوتيات merozoites) بانقسام النواة اولا مرة واحدة او اكثر ثم بواسطة تبرعم العديد من الخلايا البنوية الوحيدة النواة . تتصف بهذا النوع من التكاثر البوغيات كما في Haemosprina مثل طفيليات الملاريا (٤) التبرعم الداخلي Endodyogeny الذي فيه تتبرعم خليتان نبويتان داخل الخلية الابوية يحدث هذا النوع من التكاثر اللاجنسي في بعض البوغيات فقط مثل المقوسات الكوندية Toxoplaoma gondi والاشكال القريبة (٥) التبرعم المنفرد single budding ويحدث في الابتدائيات الحرة المعيشة وليست الطفيلية .

يحدث التكاثر اللاجنسي في الديدان بشكل رئيسي بواسطة التبرعم الداخلي internal budding او تعدد الاجنة polyembryony توجد مراحل التكاثر اللاجنسي في المثقبات الثنائية المنشأ في القواقع المضيف الوسط ـ فقط nail intermedinte host . وتشتمل على مراحل الكيس البوغي sporocyst والمريديا redia . يتكون اثناء مرحلة النمو داخل المضيف الرمزي لمثقبة ثنائية المنشأ اما جيلان من الاكياس البوغية اي اكياس ابتدائية وثانوية او ان الكيس البوغي (المتكون من الميراسيديم الذي اخترق المضيف الوسط)، قد يؤدي الى تكوين ريسديا تتكون في داخلها ريديا تتكون في داخلها ريديات انبوبة . يعتمد النمط الدقيق على النوع المقصود . وتتكون السركاريا لاجنسياً داخل الاكياس البنوية او الريديات البنوية . ان مرحلة التكاثر داخل المضيف الرخوي في دورة حياة مثقبة ثنائية المنشأ ذات قدرة تكاثرية عالية حيث ان الميراسيديوم الواحد ينتج مايصل الى عدة ملايين سركاريا بواسطة النمو اللاجنسي للاكياس البوغية او الريديات .

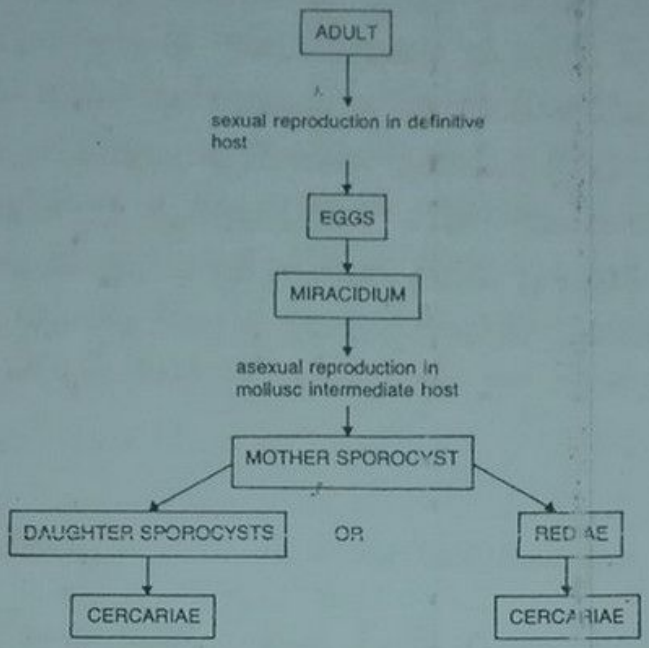
بصورة عامة الكيس البرغي كائن طويل نحيف مجوف له فتحة ولادية birth pore امامية وجهاز ابرازي جيد التكوين ولكنه يفتقد الى قناة هضمية يمتلىء عند النضوج بالاكياس البوغية لبنوية او الريديات وهذه تنبثق خلال فتحة الولادة وتهاجر في داخل الموقع عادة الى البنكرياس الكبدي hepatopancreas اي الغدة الهضمية digestive gland . تشبه الاكياس البوغية البنوية الكيس البوغي في المظهر وتنتج بواسطة التبرعم الداخلي للنسيج المولد germinal tissue

اعداداً كبيرة من السركاريا التي تهرب خلال فتحة الولادة عند "نضوجها" . ان مراحل الريديا تشبه الكيس البوغي لكنها تملك فماً وقناة هضمية . يتضمن التكاثر اللاجنسي في المثقبات الثنائية المنشأ انقسام الكتل الجرثومية germinal masses في داخل تلك اليرقات فتلك الكتل تحوي على اعداد كبيرة من الخلايا الجرثومية التي تتكاثر اثناء النمو . تتكون في الكيس البوغي كرات جرثومية كل منها ستصبح كيساً بوغياً بنوياً ويمكن ان تنتج عدة مئات من الاكياس البنوية بواسطة انقسام هذا النسيج الجرثومي . وتحتوي كل من الاكياس البوغية الثانوية والريديات ايضاً على نسيج جرثومي تنشأ منه السركاريا . قد يستمر انتاج السركاريا بواسطة الاكياس البوغية او الريديات بدون انقطاع لمدة اشهر او ربما لسنين كما تم تسجيله في حالة إصابة واحدة في المختبر laboratory infection .

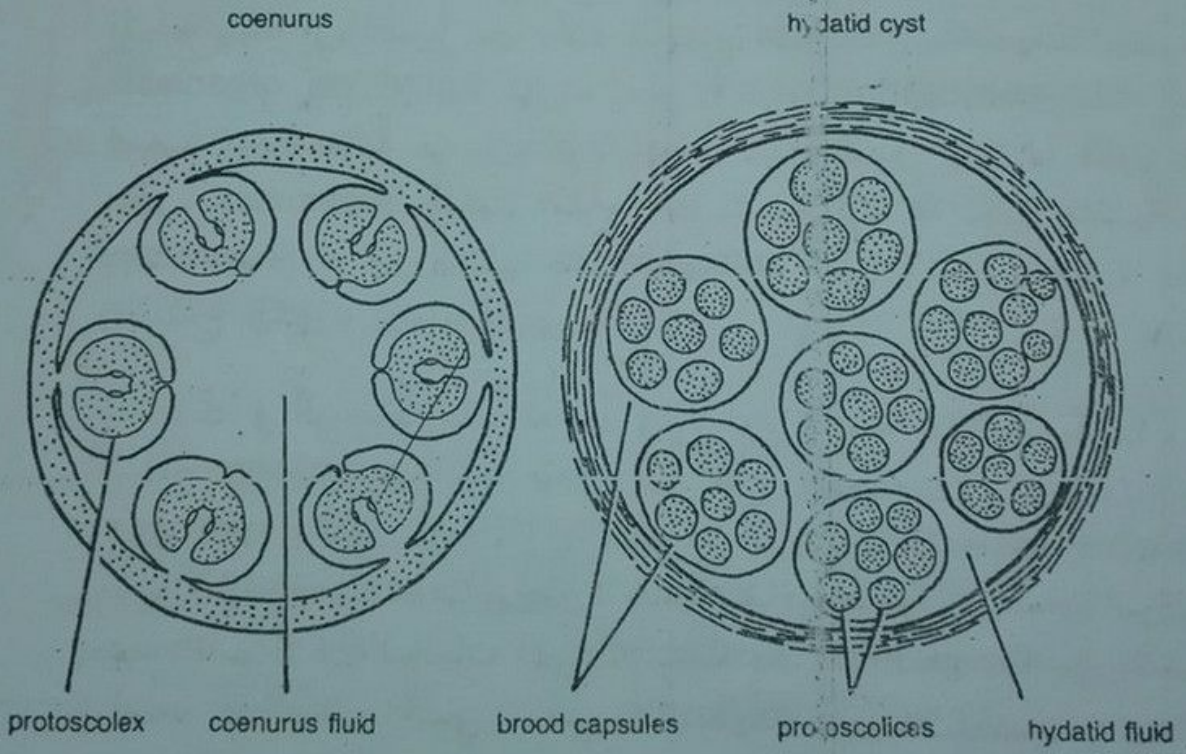
هناك بعض الجدل حول الطبيعة الصرفة للتكاثر اللاجنسي في المثقبات الثنائية المنشأ فبعض الباحثين يعتبرون هذا الشكل من التكاثر توالداً عذرياً parthenogenesis (غير اختزالي او اختزالي ameiotic or meiotic) بينما يعتبره آخرون تبرعماً تجديدياً regenerative budding او تعدد اجنة polyembryony . لقد تم الاقتراح بان مراحل المثقبات الثنائية المنشأ داخل المضيف الرخوي تتكاثر جنسياً وان الاكياس البوغية والريديات هي ليست اشكالاً يرقية مطلقاً لم تحصل تلك الاراء بعد على دعم والنقاش هو في الحقيقة فلسفي ومع ذلك من ناحية اخرى عندما ينظر الى النسل الجرثومي لمراحل المثقبات الثنائية المضيف داخل المضيف الرخوي تنبثق مهمة اخرى تتمثل في الزيادة الكبيرة في اعداد الكائنات المعدية وقد يمثل هذا تكييفاً للخسارة الكبيرة التي يجب ان تحدث عند انطلاق السركاريا الى المحيط الخارجي (شكل ٦ ـ ١أ) .

في الديدان الشريطية فان النمو اليرقي الذي يشتمل على التبرعم اللاجنسي يحدث في مجاميع قليلة (Diphyllobotheriidae ، Hymenolepididae taeniidae) . تتكون معظم الديدان الشريطية يرقة واحدة فقط من كل بيضة ومن بين العديد من انواع الادوار اليرقية هناك عدد قليل قادر على التكاثر بواسطة التبرعم اللاجنسي . يحدث تبرعم خارجي في نوعين من اليرقات الـ urocystis (يرقة كيسانية متبرعمة budding cysticercoid) وكذلك urocystidium (يرقة شريطية متبرعمة budding strobilocercus) وتبرعم داخلي وهو الطراز الاكثر شيوعاً وهو خير مثال ليرقة polycercus كما في (**Pericotaenia paradoxa**) ويرقة السوتورس coneurus كما في (**Taenia multiceps**) ويرقة الكيس العدري (المائي) hydatid cyst كما في

A:



B. THE ASEXUAL STAGES OF CESTODA



شكل ٦ ـ ١ التكاثر اللاجنسي في الديدان الطفيلية ، ليس للمثقبات الوحيدة المنشأ . الشوكية الرأس والديدان الخيطية مراحل لاجنسية في دورات حياتها
ب ـ معاد رسمه عن Smyth, J.D (١٩٧٦) .

(**Echinoeoccus granulosus**) حيث تتبرعم الرؤوس الأولية protoscolius من جدار الكيس في اليرقة الاولى والثانية ولكنها تتكون في داخل محافظ النسل brood capsule في الكيس المائي متبرعمة من جدار المحفظة (شكل ٦ ـ ١ ب) ان التبرعم اللاجنسي في الديدان الشريطية طريقة فعالة جداً لزيادة عدد الكائنات خلال فترة البقاء في المضيف الوسط. فمثلاً يمكن ان تنمو الأكياس المائية باستمرار حتى يصل قطرها الى عدة مئات من الملمترات وتحتوي على عدة ملايين من رؤوس اليرقات التي يمثل كل منها دودة شريطية كامنة وتحتوي يرقات coneurus على قدرات تكاثرية كامنة اقل وتحتوي على عدة مئات من رؤوس اليرقات فقط.

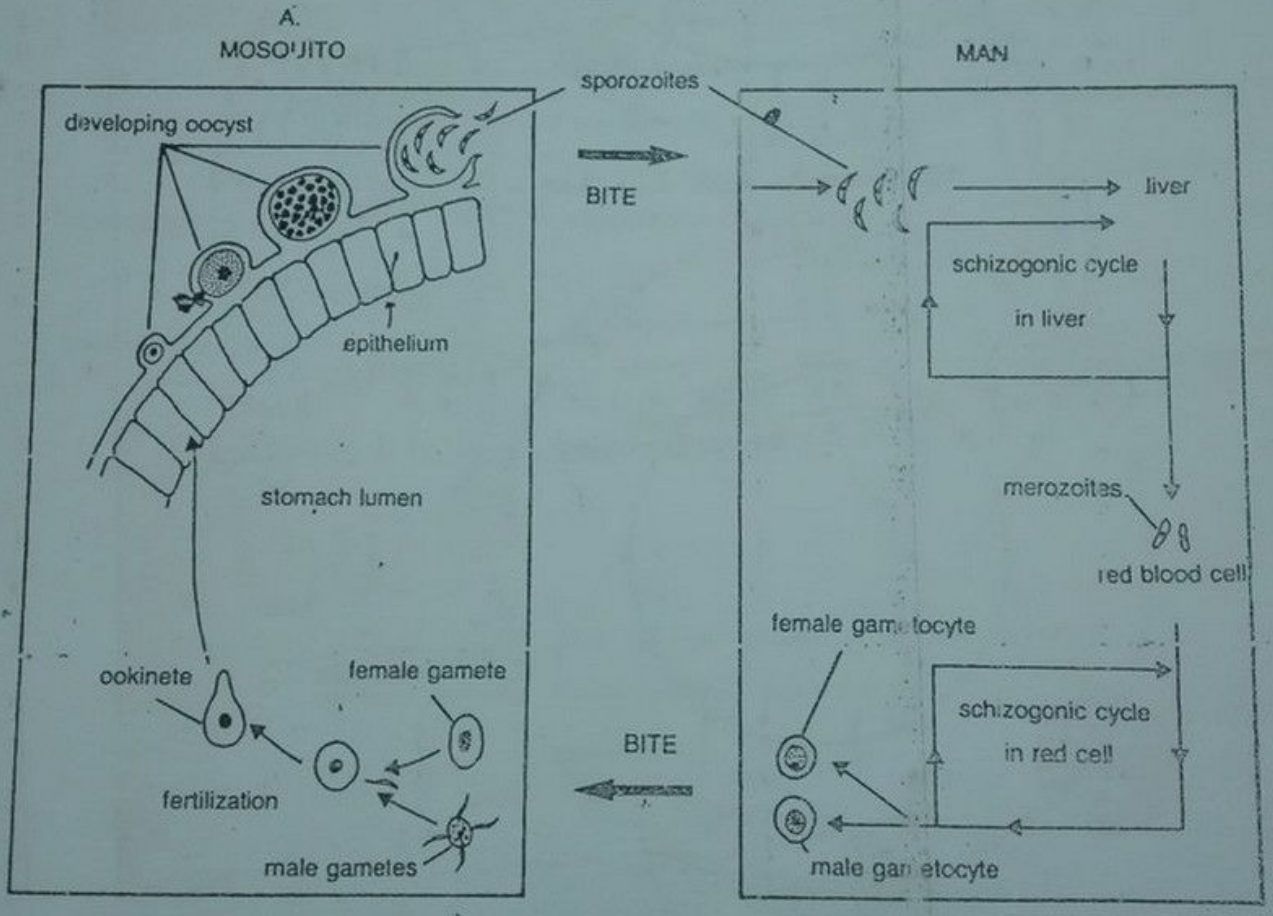
التكاثر الجنسي :

الاوالى : يحدث التكاثر الجنسي (شكل ٦ ـ ٢) بشكل أو بآخر في البوغيات sporozoa والعديد من الهدبيات Ciliophora ، والـ Opalinata و Hypermastigida (طفيليات في معي للحشرات) إن احدى مشاكل التكاثر في الابتدائيات هي التمييز بين اتحاد الامشاج yametes واتحاد الكائنات كاملة. individual organisms كما يحدث في الاقتران conjugation فتلك العمليات يصعب تمييزها غالباً عندما تتكون امشاج قابلة للتمييز فإنها قد تكون متشابهة مظهرياً isogametes تتكون امشاج قابلة للتمييز فإنها قد تكون متشابهة مظهرياً isogametes أو غير متشابهة anisogametes مثل الامشاج الصغيرة (ذكرية) والامشاج الكبيرة (انثوية).

يحدث في البوغيات غالباً تعاقب في الاطوار الجنسية واللاجنسية (١) تكوين الامشاج gamogony الذي يؤدي الى انتاج الزيجة. (٢) وتكوين البويغات sporogony الذي يؤدي الى الانتاج اللاجنسي للبويغات sporozoites (الانفلاق schizogony هو مرحلة لاجنسية اضافية موجودة في بعض البوغيات). يعتمد القاسم الاكبر للبوغيات الى Coccidio والـ Gregarinid على الاختلافات الواضحة في التكاثر الجنسي. ففي gregarines إن كلا الجنسين ينتج الامشاج بينما في الكوكسيديا coccidians فإن تكون امشاج دقيقة microgametes فقط تشبه الحيوانات المنوية spermatozoa. في الحيوانات متعددة الخلايا metazoa يتضمن التكاثر الجنسي في opalinata التي هي طفيليات نموذجية في الجزء الخلفي للقناة الهضمية للبرمائيات اتحاد امشاج غير متشابهة تطلق من اكياس تكونت اثناء موسم تكاثر المضيف يتم الاخصاب Fertilizatim في داخل الدعاميص todpole

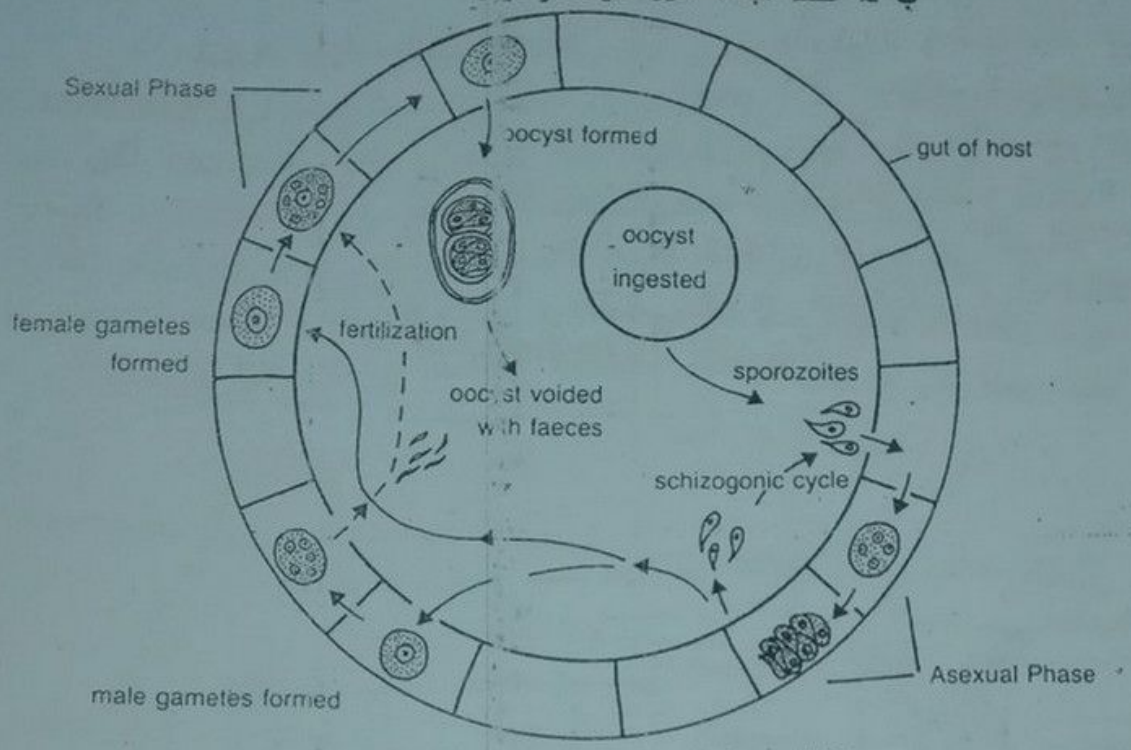
المصابة حديثاً ويتضمن التكاثر الجنسي في السوطيات وخاصة تلك التي تعيش في القناة الهضمية للحشرات. كالارضة termite اتحاد الامشاج السوطية flagellated gametes وهذه العملية تحت سيطرة هورمونية ولها علاقة مع دورة الانسلاخ moulting في المضيف وعندما يكون هناك مضيفان مختلفان في دورة الحياة كما في البلازموديوم Plasmodium يحدث التكاثر الجنسي في المضيف اللافقري بينما يحدث التكاثر اللاجنسي في المضيف الفقري وعلى العكس يحدث التكاثر اللاجنسي في الثقبيات في المضائف اللافقرية والفقرية .

أ ـ مخطط مبسط لدورة حياة الملاريا

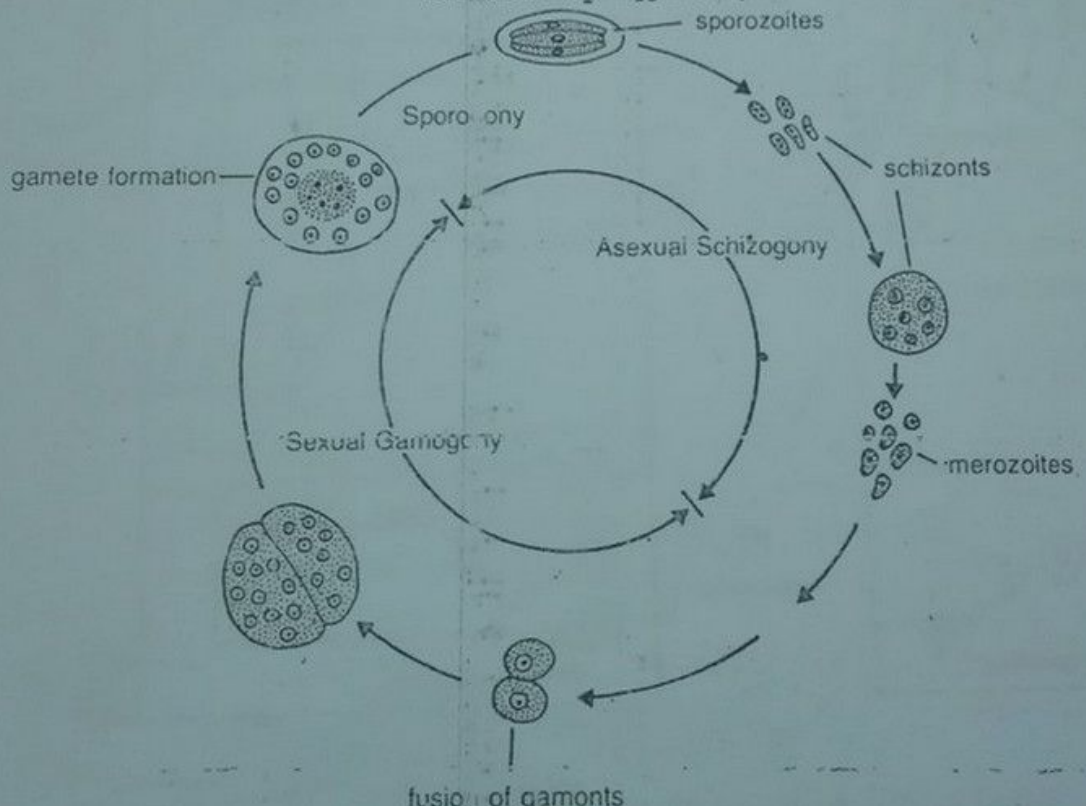


شكل ٦ ـ ٢ نماذج من التكاثر الجنسي واللاجنسي في الابتدائيات المتطفلة .
أ ـ تكاثر جنسي في داخل قناة الطعام للبعوض ، توجد الادوار اللاجنسية في الكبد وكريات الدم الحمر للمضيف النهائي ـ الطير أو حيوان لبون ـ وتدعى تكاثراً انفلاقياً . محورة عن G.D Roberts L.S;Schmdt, (١٩٧٦) .

ب ـ مخطط مبسط لدورة حياة كوكسيديا



جـ ـ مخطط مبسط لدورة حياة Gregarine



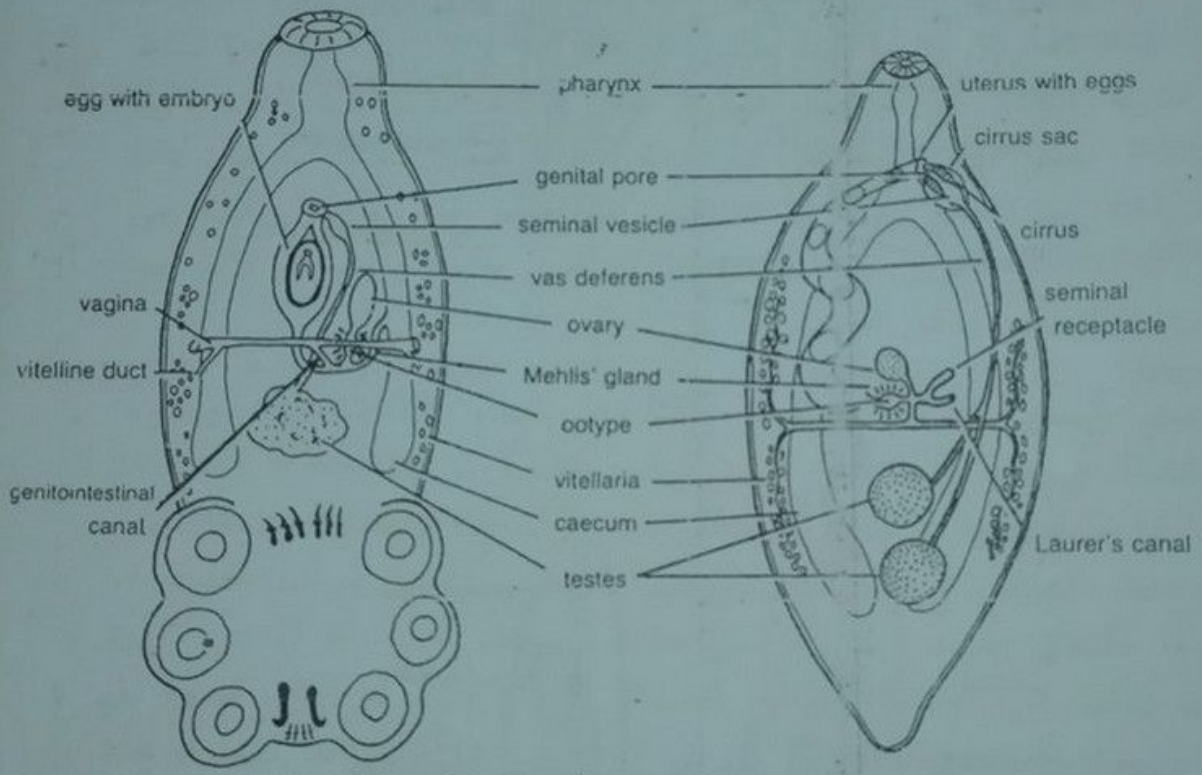
ب ـ تكاثر لاجنسي يسبق تكوين الامشاج ولكن الادوار الجنسية واللاجنسية تحدث في معي نفس المضيف . محورة عن Symth, S.D (١٩٧٦) .

جـ ـ دورة الحياة كاملة في داخل معي الحشرة . بالاستناد الى دورة حياة Lipocystis معاد رسمها عن Grell, K.G (١٩٧٧) .

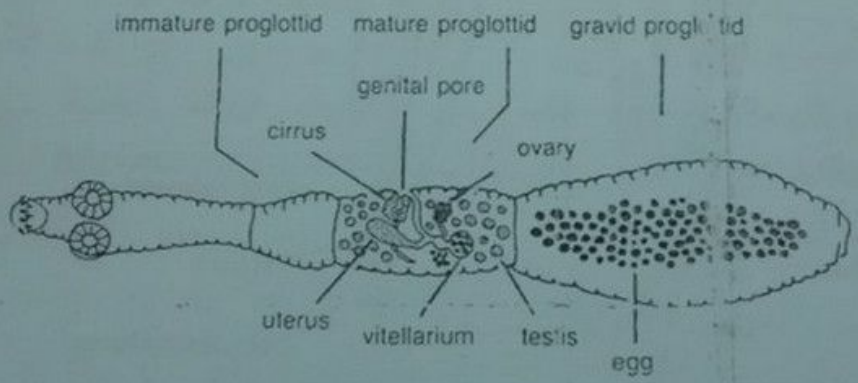
المثقبات الوحيدة المنشأ

جميع المثقبات الوحيدة المنشأ monogeneans خنثية hermaphrodites هناك عادة فتحة تناسلية مشتركة common genital opeuing لكل من الاجهزة الذكرية والانثوية (شكل ٦ ـ ٣ أ) قد يكون الاخصاب المتبادل cross-fertilization بين كائنين مختلفين الطريقة الطبيعية للتكاثر ولكن قد يتم ذلك ايضاً عن طريق الاخصاب الذاتي self-fertilization .

(أ) المثقبات الوحيدة المنشأ (ب) المثقبات الثنائية المنشأ



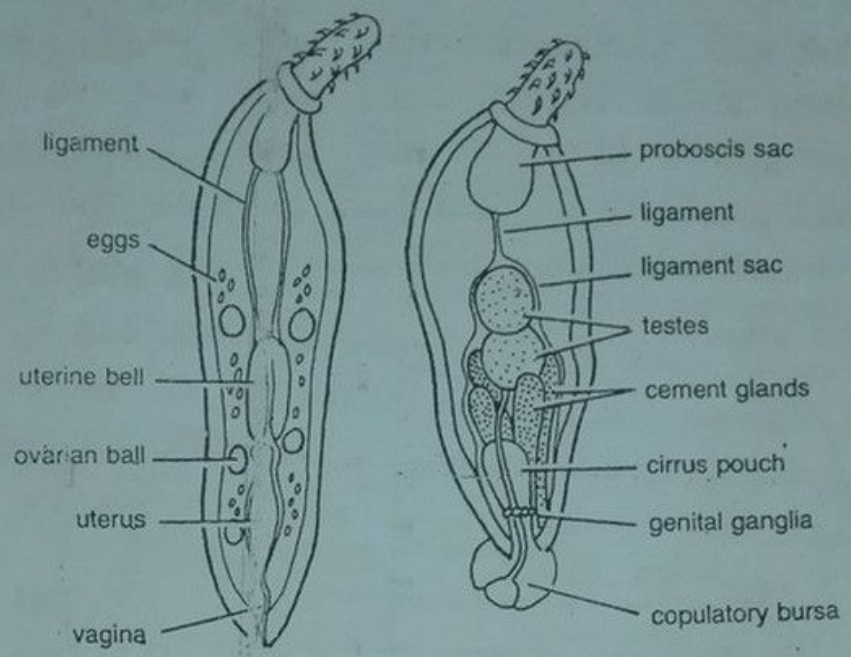
ـ ـ الديدان الشريطية (مثل الحبيبة المشوكة)



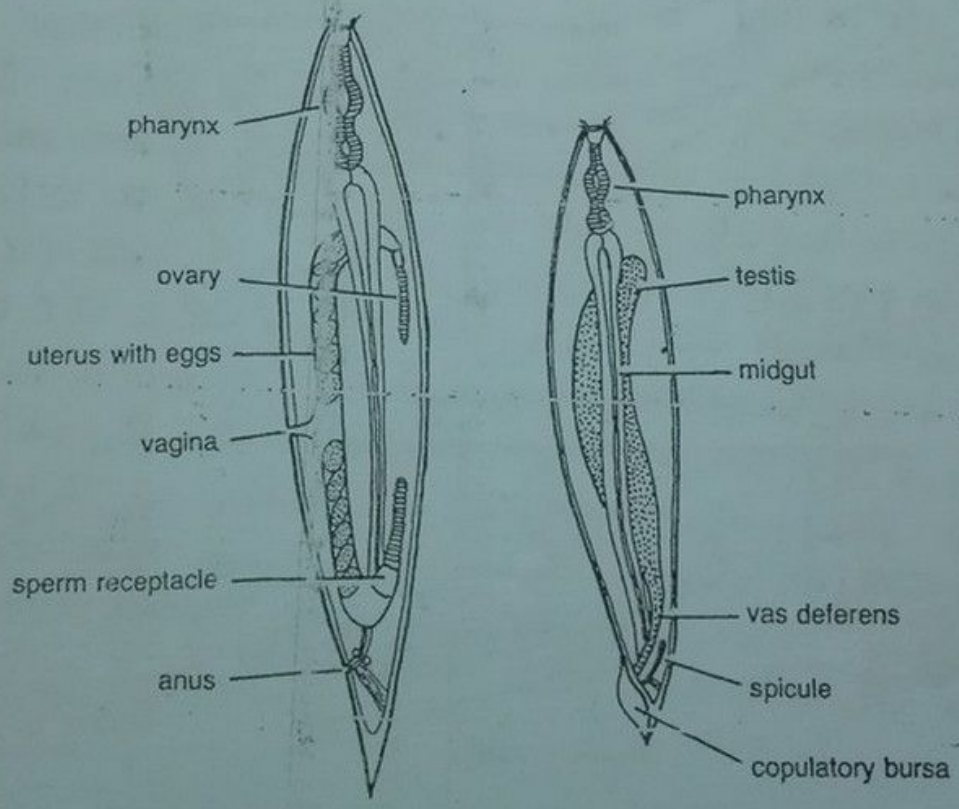
شكل ٦ ـ ٣ تركيب الجهاز التناسلي في الديدان

أ ـ معاد رسمه عن Roberts L.S, Schmidt G.D (١٩٧٦)
ب ـ معاد رسمه عن Erasmus D.A (١٩٧٢)
جـ ـ معاد رسمه عن Smyth. J.D (١٩٧٦)

D. ACANTHOCEPHALA female male د ـ شوكية الرأس



E. NEMATODA female male هـ ـ الديدان الخيطية



د ـ بالاعتماد على رسوم Crompton D.W.T (١٩٧٠)

هـ ـ معاد رسمه عن Atkinson H.J, Lee .D.L (١٩٧٦).

يتكون الجهاز التناسلي الذكري من خصى testes تختلف في العديد والموقع ، قنوات منوية seminal ducts لنقل الحيوانات المنوية sperms غدد مختلفة وعضو جماع (قضيب أو ذؤابة penis or cirrus) يميل الجهاز التناسلي الانثوي لان يكون لان يكون مختلفاً في تركيبه من مجموعة الى اخرى ولكن من حيث الاساس فإنه يتكون من مبيض واحد arary وغدد محية كثيرة vitelline glands قنوات مختلفة بضمنها مهبل Vagine قد تنتهي بفتحة أو عدد فتحات الى الخارج . وفي رتبة Polyopsithocotylea هناك قناة تناسلية معوية genito-intestinal فقط لا يعرف وظيفتها منطقة الاخصاب ootype هي امتداد عضلي من قناة البيض oriduct محاطة بغدد مهليس mehlis' gland التي تمثل غدة مخاطية mucus ومصلية serous . إن وظيفة غدة مهليس غير معروفة في البداية اعتقد انها تساهم بمواد قشرية shell الى البيضة المتكونة ولكن يعتقد الآن بأن الغدد المحية vitellaria تقوم بهذه الوظيفة ان المثقبات الوحيدة المنشأ بيوضة عادة oviparous أي تضع بيوض ذات قشرة في الماء عدا عائلة واحدة هي Gyrodactylidae تكون ولودة viviparous. تحمل جنيناً واحداً أو غالباً عدة اجنة نامية الواحد داخل الآخر .

تحتوي بيوض المثقبات الوحيدة المنشأ على غطاء operculum وخيوط filaments في نهاية واحدة و كليهما تتركب القشرة من tonnecl sclerotin يتكون في الغدد المحية ويتصلب بواسطة دباغة الكونيون quinone tanning . تنطلق معظم البيوض في الماء حيث يفترض انها تغطس لتفقس ولو ان الخيوط قد تسمح لها بالتعلق بضيف جديد وتفقس هناك . ويعتقد أن الحالة الاخيرة نادرة الحدوث تختلف فترة حضانة البيوض باختلاف الانواع فمثلاً قد تكون قصيرة الى حد ٣ أيام كما في Dactylogrus في درجة ٢٢ ـ ٢٣° م او قد تستغرق عدة اسابيع كما في Dictyocotyle في درجة ١٠° م إن عملية فقس بيضة المثقبات الوحيدة المنشأ لم تجتذب انتباهاً كثيراً لم يتم تقرير دور الحرارة ، الضوء PO_2, PCO_2, pH والملوحة . الضوء عامل مهم لتنشيط اليرقة النامية داخل البيضة وهذا قد يساعد على الفقس حيث تنطلق oncomiracidium الحرة المعيشة خلال انفتاح الغطاء

المثقبات الثنائية المنشأ :

معظم المثقبات الثنائية المنشأ digeneans خنثية (شكل ٦ ـ ٣ ب) وهو قد تتكاثر جنسياً بواسطة الاخصاب المتبادل cross-pertrlization توجد ذكور

واناث منفصلة في عائلتين فقط هما schistosomatiotae والـ Didymozoidae .

يتكون الجهاز التناسلي الذكري من زوج من الخصى testin ، اوعية صادرة vasa efferentia وعاء ناقل واحد vas deferens ، حوصلة منوية seminal vesicle ، قناة قاذفة ejaculatory duct ، وذؤابة cirrus في داخل كيس . ان نشأة التطفة spermatogenesis هي نموذج لشعة الديدان المسطحة تخزن الحيامن داخل الحوصلة المنوية حتى حدوث الجماع copulation . يتكون الجهاز التناسلي الانثوي من مبيض واحد ovary وقناة بيض oviduct ومستودع منوي seminal receptacle ، وغدد محية كثيرة vitellarla ومنطقة اخصاب ootype. محاطة بغدد مهليس mehlis' glaucl ، وقناة لورز laurer's canal التي تماثل المهبل في المثقبات الوحيدة المنشأ ورحم uterus متفرع كثيراً . هناك فتحة تناسلية مشتركة للاجهزة الانثوية والذكرية تقع عادة في النصف الامامي للجسم يتكون الجهاز التناسلي الذكري في البداية السبعة الذكري (protandryl) عادة . يولج عند الجماع ذؤابة مثقبة اما في الفتحة التناسلية لمثقبة اخرة او في فتحة قناة لورز .

لقد درس – نمو بيضة المثقبات الثنائية المنشأ كثيراً وان عملية تكوين قشرة البيضة مفهومة جداً فالبيوض تنتج في المبايض وتطلق في فترات الى قناة البيض وبنفس الوقت ذاتة تنطلق الخلايا المحية والحيوانات المنوية من المستودع المنوي ويحدث التلقيح او الاخصاب في منطقة الاخصاب وبعدها تطلق الخلايا الحية ماتخزنه من مواد اولية precursors لتكوين قشرة لينة حول البيضة المخصبة ان اهمية افرازات غدة مهليس غير معروفة ولكن قد يكون لها وظيفة غذائية . يستمر تكوين القشرة خلال نقل البيضة على طول الرحم . يكون الرحم في المثقبة الثنائية المنشأ ناضجاً مملوءاً ببيوض ذات قشرة معتمة بنية عادة بسبب عملية الدباغة tanning وتعتبر عملية دباغة الكوبانين Quinone tanning من اكثر الطرق الشائعة لتزويد البيضة بغطاء مقاوم ولكن هذا النوع من الدباغة tanning لايكون عاماً فمثلاً بيوض الطفيلي Fasciola تحتوي على بروتينات ترتبط بواسطة جسور من disulptide and dityrosine وليس بواسطة quinones بالرغم من ذلك فان Fasciola لاتمتلك الانزيمات phenolases التي تحول α-phenol الى O-quinone اثناء عملية quinone tanning و ذلك بقيت الحالة مهمة نوعاً .

تطلق بيوض المثقبات الثنائية المنشأ المتصلبة الى الوسط الخارجي في غائط المضيف او نفاياته وفي معظم الانواع تبقى البيوض خالية من الاجنة حتى تصبح خارج المضيف ولكن البعض يطلق بيوضاً تحتوي على ميراسيديا meracidia نامية

جداً البيوض حية عادة عندما تطلق الى محيط مائي فقط حيث بالرغم من القشرة المتصلبة فانها تفتقد القدرة على مقاومة الجفاف . تنمو البيوض في الظروف الملائمة لتنتج ميراسيديوم واحدة يتطلق من البيضة اثناء النقس وهذا يعتمد على توفر او وجود الحوافز المؤثرة مثل الضوء والحرارة والحالة الغازية والملوحة ويظهر ان الضوء حافز نقس رئيس يحفز اليرقة داخل البيضة لتصبح نشطة او ربما يعمل على المواد الحساسة للضوء في داخل البيضة والتي تيسر ارتخاء الغطاء .

الديدان الشريطية

جميع الديدان الشريطية cestodes خنثية باستثناء واحدة تحتوي كل قطعة جسمية pnaglottid على جهاز تناسلي ذكري وانثوي (شكل ٦ ـ ٣ جـ) ولذلك فان جهاز التكاثر يتكرر كثيراً في الدودة الشريطية الواحدة . تحتوي الرتبة Caryophyllaeidea على شريطيات غير مقسمة لها جهاز تناسلي واحد فقط . اكثر المقطع الجسمية نضوجاً في الديدان الشريطية المقسمة هي الأبعد عن الرأس .

الجهاز التناسلي الذكري مشابه مظهرياً لمثيله في المثقبات الثنائية المنشأ يتكون من خصى منفردة discrete او منتشرة diffuse وقنوات ملحقة وعضو فرؤاية جيدة التكوين . الجهاز التناسلي الانثوي هو ايضاً مشابه لمثيله من المثقبات الثنائية المنشأ . تماثل المهبل vagina قناة لورر والشكل المظهري للرحم مختلف نوعاً . يتم الاخصاب بواسطة التلقيح الذاتي او التلقيح المتبادل ولكن لايعرف الكثير عن تفاصيل تلك العمليات للعديد من الانواع .

يختلف شكل البيضة في الديدان الشريطية تبعاً لدورة الحياة ففي رتبة السيد وفيليديا pseudophyllidea تحتوي البيضة على غطاء operculum ومحاطة بمحفظة سميكة capsule . وتنضج في الماء عادة بينما البيضة في الديدان الشريطية التي تعود الى رتبة السايكلوفيليديا cyclophyllidea تكون محاطة بمحفظة رقيقة وبدون غطاء وتنضج في الرحم في القطعة الحبلى للدودة الشريطية وتفقس في معي المضيف (اما مفصلياً arthropoda او فقرياً vertebrate ويعتمد ذلك على النوع) يعرف الجنين الكامل النمو في البيضة بالجنين السداسي الاشواك Hexacanth لاحتوائه على ست اشواك ينمو الجنين في psendophyllidea الى يرقة تعرف كوراسيديوم coracidium عند النقس بالماء . تعتمد الحوافز الدقيقة المسؤولة عن نقس بيضة الديدان الشريطية فيما اذا كانت البيضة تنقس في المحيط الخارجي او في داخل القناة الهضمية في المضيف الآخر في دورة الحياة . قد تحتاج بيوض psendophyllidea الى الضوء لتحفيز انفتاح الغطاء ولو تم تسجيل نقس بيوض

diphyllobothrid في غياب الضوء . تضم العوامل الاخرى التي قد تكون معنية الحرارة ، PO_2 والملوحة ولكن هناك القليل من المعلومات الدقيقة المتوفرة . هناك معلومات اكثر عن العوامل التي تساهم في فقس بيوض cyclophyllides حيث تتم العملية بمرحلتين تشتمل اولاً على تحطم الاغلفة الجنينية وثانياً تنشيط الجنين السداسي الاشواك تختلف آلية فقس بيوض التينيا taeniid نوعا عن غيرها من cyclophyllidec قد يعود ذلك الى غلاف الجنين الرقيق في المجموعة الثانية بالمقارنة مع الغلاف السميك لغلاف الجنين في ديدان التينيا . وتبين الدراسات في الزجاج حول فقس بيوض التينيا بان الانزيمات الهضمية مثل البنكرياتين pancretin والببسين pepsin واملاح الصفراء bile salts تسبب تحطم اغشية البيضة بينما يظهر ان زيادة درجة الحرارة واملاح الصفراء مسؤولان عن تنشيط اليرقات . تفقس بيوض اخرى من cyclophyllioea في محاليل ملحية ولاتحتاج الى انزيمات او املاح صفراء حيث يكون التحطيم الميكانيكي لاغلفة البيضة هو عامل مهم في الفقس عادة .

الديدان الشوكية الرأس :

الاجناس المنفصلة والكثير من التشكل الثنائي الجنسي sexual dimorphism هي مظاهر او خصائص شوكية الرأس (شكل ٦ ـ ٣د) تميل الدودة الانثى لتكون اكبر حجماً من الذكر ويعتقد انها تعيش فترة اطول ولو ان هناك بعض الجدل حول المسألة الاخيرة .

يحاط الجهاز التناسلي الذكري بالكامل برباط ligament يرتبط من الناحية الامامية الى كيس الخرطوم proboscis sac . يحتوي الجهاز على خصيتين ، قناة حيامن ، غدد ملالية (اسمنتية) cement glands ، كيس سفاد copulatory bursa . يكون الجهاز التناسلي في لدودة الانثى بتماس مع الرباط ولكنه غير محاط به ويتكون من مبيض وكرات مبيضية ovarians balls ، جرس الرحم uterine bell ، رحم ، مهبل . تدخل الحيوانات المنوية عند الجماع الى الجوف الجسمي الكاذب pseudocoelom الذي يحتوي على البيوض بواسطة المهبل ثم الرحم وجرس الرحم . تتضمن عملية الجماع ايلاج كيس السفاد للذكر في مهبل الانثى وبعد الجماع يغلق الذكر المهبل بافرازات من الغدد الاسمنتية ويظهر من غير المحتمل بان الدودة الانثى بامكانها ان تجامع اكثر من مرة واحدة . يتم في الجوف الكاذب تلقيح البيوض الموجودة في الكرات المبيضية من قبل الحيوانات المنوية ثم تنطلق البيوض المخصبة من الكرات وتستمر في نموها في الجوف الكاذب

داخله للرحم عن نضوجها . يعمل جرس الرحم كوسيلة فرز sorting device يسمح بمرور البيوض الناضجة ولكن يحتفظ بالبيوض غير ناضجة في الجوف الكاذب ليكتمل نموها . قد تنطلق البيوض الناضجة من الدودة بمعدلات مختلفة مثلا تستطيع الدورة **polymorphus minutus** طرح ٢٠٠٠ بيضة / يومياً بينما تطلق **Macracanthorhorhynchus hirudinaceus** اعداداً تصل الى ٢٦٠٠٠٠ بيضة / باليوم . تتراوح فترة الحضانة incubation period بين ٩٠٣ أسابيع حسب النوع تكون البيوض التي تطرح الى المحيط الخارجي مع براز المضيف محاطة بغطاء chitin واقٍ متكون من (٣ ـ ٤) طبقات ويحتوي على كراتين keratin ، كاتين chitin وبروتينات proteins ويستطيع الجنين المحاط بالقشرة والذي يدعى المشوك achanthor مقاومة او تحمل مدى من الظروف المناخية ويفقس فقط بعد التهامه او تناوله من قبل المضيف الوسط المفصلي وبذلك فان البيضة في مرحلة سكون resing stage في دورة الحياة التي قد تبقى كامنة لفترات طويلة . يعتمد فقس البيوض في القناة الهضمية للكائن المفصلي على PCO_2 pH وكذلك على انزيمات هضمية مثل chitinases لتحطيم اغشية القشرة .

الديدان الخيطية :

معظم الديدان الخيطية الطفيلية لها جنسان منفصلان (شكل ٦ ـ ٣د) . وتظهر درجات مختلفة من التشكل الثنائي الجنسي sexual dimorphism ولكن توجد ايضاً انواع خنثية وخرى تتكاثر عذرياً partherogenetic .

يتكون الجهاز التناسلي الذكري من خصية واحدة testis ، حوصلة منوية seminal vesicle ، وعاء ناقل vas deferens ومجمع cloaca ولكن يعتقد بان الجهاز التناسلي كان مزدوجاً بالاصل . توجد في ذكور معظم الانواع شويكات spicules من الكيوتكل منفصلة قابلة للتمدد تستعمل اثناء الجماع لفتح الفرج vulva وتقع في النهاية الخلفية كتراكيب منفردة single او مزدوجة paired . يحتوي الجهاز التناسلي الانثوي على مبيض ovaries وقفوات مبيض oviducts ورحمين uteri يرتبطان بمهبل واحد vosina يفتح خلال الفرج vuva . غالباً يتحور جزء من الفتحة التناسلية لتكوين قاذف بيض عضلي avjector muscular مسؤول عن قذف البيوض .

يتم تكوين الحيامن Spermatogen sis في الجهاز التناسلي الذكري اما في النهاية البعيدة للخصية او اقل شيوعاً على طول الخصية ويتم في الانثى تكوين

البيوض oogonia . تنمو عادة برفقة محور سايتوبلازمي cytrplasmic rachis لاتعرف وظيفته . مايعقب ذلك من نمو ونضوج كيس البيوض oocysts يتم بعد انفصالها من هذا المحور يحدث اخصاب البيوض في داخل المستودع المنوي للانثى . تصبح البيضة بعد التلقيح محاطة بقشرة ذات ثلاث طبقات طبقة دهنية lipid داخلية وطبقة كايتينية Chitinous سميكة وطبقة خارجية رقيقة . وتلك الطبقات مشتقة من البيضة نفسها وقد يساهم الرحم بطبقة رابعة معطياً للبيضة سطحاً خشناً ولزجاً في الغالب بصورة عامة تحون بيوض الديدان الخيطية مقاومة بشكل واضح الى الضرر الكيمياوي والجفاف وذلك يعود جزئياً الى الطبقة الدهنية (تدعى ايضاً ascaroside) التي تتكون من esterified glycosides ليس غريباً ان الديدان الخيطية البيوضة الولادة ovoviviparous كما في دودة التراخينا Trichinella وديدان الفلاريا Filarca اقل تعقيداً من تركيبها حيث تفقس اليرقات في الرحم .

يحدث فقس بيوض الديدان الخيطية الطفيلية اما في المحيط الخارجي لتطلعه يرقة حرة المعيشة او داخل المعي للحيوان المضيف الوسط او النهائي حسب نوع الدودة ففي ديدان Trichostrongylus و meloidogyne اللذين تفقس بيوضها في المحيط الخارجي . يتم الفقس بعد ان تصبح قشرة البيضة نفاذة للماء ثم تنفجر بسبب زيادة الضغط الانتفاخي . turger pressure تشق يرقات Heterodera طريقها بصورة فعالة خارج البيضة قد تلعب عوامل المحيط او البيئة الخارجية كالضوء والحرارة والضغط الجزئي للاوكسجين والرطوبة دوراً في تهيئة الظروف المناسبة للفقس . اما البيوض التي تفقس داخل المعي فانها تستجيب الى فعل الانزيمات الهضمية والظروف الكيمياوية الفيزياوية السائدة وخاصة الحرارة والضغط الجزئي لثاني اوكسيد الكاربون PCO_2 . لم تدرس بشكل واف العوامل التي تجعل مضيفاً ملائماً وآخر اقل ملائمة لنوع خاص من الديدان الخيطية بواسطة تأثيره على فقس البيوض الملتهمة .

تزامن تكاثر الطفيلي مع دورات المضيف :

هناك عدد قليل من الحالات المعروفة التي تكون فيها الفعالية التناسلية لطفيلي ما متزامنة او متناسقة مع دورات التكاثر او دورات اخرى لمضيفها . يهدف مثل هذا التزامن غالباً الى تواجد كل من الطفيليات المعدية والحيوانات اليافعة لنوع المضيف معاً . لقد لاحظنا توالد بان هناك بين الابتدائيات مايدعى opalinato التي تتطفل على اليرقات تطلق امشاجها اثناء موسم تكاثر الضفدع Frog او العلجوم

toad فقط حيث يحدث الاخصاب داخل الدعموص tadpole المصاب ويغير جنس مهدب آخر هو Nyctotherus الذي يتطفل على الجزء الخلفي للقناة الهضمية للبرمائيات تكاثره اللاجنسي الى تكاثر جنسي اثناء موسم تكاثر مضيفه . توحي تجارب المعالجة بالهرمونات المختلفة مع Opalina والـ Nyctotherus بان مستويات الهرمونات الجنسية تؤثر مباشرة على الفعاليات التناسلية لتلك الطفيليات . يبتدىء التكاثر الجنسي في hypermastigid flagellates التي تعيش داخل القناة الهضمية للمفصليات بهرمونات الانسلاخ monlting للمضيف مثلاً تختفي السوطيات التي تعيش في القناة الهضمية للارضة مع كل انسلاخ وبذلك فان التكاثر الجنسي للطفيلي متزامن مع دورة الانسلاخ وهذه احدى الطرق لتكرار الاصابة oeiwection في الانواع التي لاتنتج ادواراً متكيسة ويعتبر تكرار الاصابة اساسياً للمضيف حيث ان تلك السوطيات تنتج الانزيمات cellulases التي تهضم الغذاء السللوزي ويظهر نوع واحد من الكوكسيديا Coccidic وهو **Coelotropha durchoni** في الدودة المتعددة الاهلاب **Nereis diversicolor** تزامن تناسلي مع مضيفها ولو ان بوغيات اخرى بضمنها Plasmodium . Leucocytozoon ، Haemoprotcus كلها تتزامن الى حد ما مع دورة تكاثر مضيفها .

ان الامثلة على التزامن التناسلي في الديدان قليلة جداً وهي محدودة في المثقبة الوحيدة المنشأ **polystoma integerrimum** في البرمائيات وفي تزامن معدل الانقسام الغير مباشر في الدودة الشريطية **Diphylobotherium dendriticum** مع النسق اليومي circadean rhythms للمضيف وبدون شك فإن هناك حالات اخرى لكنها لم توصف بعد .

الفصل السابع

انتشار الطفيلي Parasite transmission

المقدمة :

تظهر لطالب علم الطفيليات دورات حياة الطفيليات نظاماً مذهلاً من التفصيل بدون ظهور طراز واضح من اللمحة الاولى اضف الى ذلك فان هناك احداث معينة مشتركة في دورات حياة جميع الطفيليات احداها هو الانتقال الى المضيف التالي. ان الانتقال قد يحدث اكثر من مرة واحدة اثناء دورة حياة واحدة فيما اذا كان الطفيلي ينمو في مضيف وسط واحد أو اكثر. يكمل الطفيلي البالغ أو الناضج نموه ويتكاثر في المضيف النهائي أو المحدد definitive host مطلقاً بيوضاً أو يرقات ، أو مراحل معدية اخرى يجب ان تنتقل الى مضيف اخر سواءاً أكان المضيف من نفس النوع (كما في دورة حياة مباشرة) أو الى مضائف اخرى من انواع مختلفة (اذا كانت دورة الحياة غير مباشرة).

يمكن ان يحدث انتقال الطفيلي بين المضائف المتتالية في دورة الحياة باحدى الطرق الثلاثة.

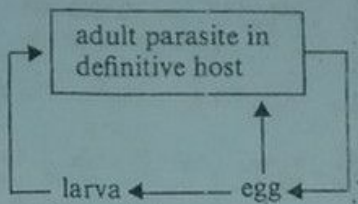
اولاً : يمكن ان يحدث الانتقال عندما يتغذى المضيف المحتمل potential host على البيضة أو الدور اليرقي أو على المضيف الوسط

ثانياً : قد يكتسب المضيف الوسط أو المفصلي الناقل للطفيلي وفيما بعد يصيد اصابة المضيف النهائي اثناء التغذية على دم أو انسجة المضيف.

ثالثاً :- يمكن ان يكون الانتقال مشتملاً على الاختراق الفعال للمضيف بواسطة المراحل اليرقية الحرة المعيشة للطفيلي ، قد يستخدم نوع واحد من الطفيليات اكثر من طريقة واحدة من تلك الاساليب للانتقال في مراحل مختلفة في دورة الحياة.

دورة حياة مباشرة

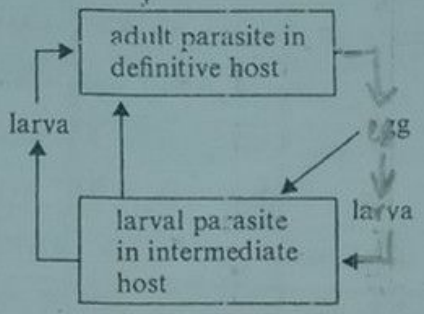
مثال : عدة ابتدائيات (كوكسيديا هدبيات) جميع المثقبات الوحيدة المنشأ تقريباً ، بعض الشريطيات والعديد من الديدان الخيطية



هناك مضيف واحد في دورة الحياة المباشرة تنطلق البيضة (كيس البيض في الابتدائيات) من المضيف مع الغائط عادة وتكتسب بواسطة أكلها من قبل مضيف اخر واذا فقست الى يرقة ما بواسطة تناولها أو اختراقها المضيف .

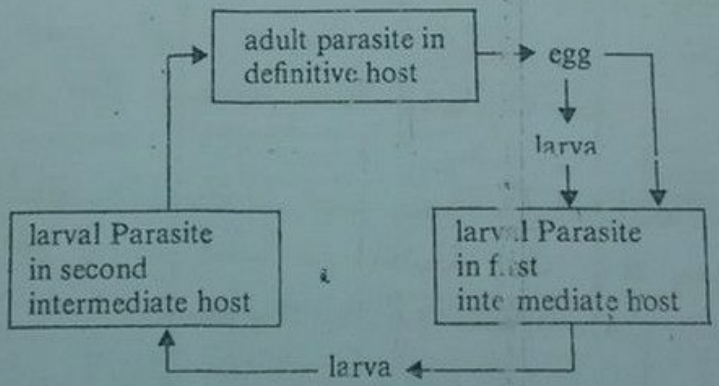
دورة حياة غير مباشرة : مضيفان

مثال العديد من الابتدائيات (بوغيات ، سوطيات) العديد من المثبات الثنائية المنشأ ، العديد من الشريطيات معظم شوكية الرأس ، العديد من الديدان الخيطية



ان المرور خلال المضيفين اجباري لاكملة دورة الحياة ان البيضة قد تؤكل من قبل المضيف الوسط أو قد تفقس عن يرقة تخترق أو تؤكل بواسطة المضيف (الانتقال في الابتدائيات لايشتمل على البيوض وانما مراحل اخرى مختلفة من دورة الحياة) يصاب المضيف النهائي اما بأكل المضيف الوسط الخمج أو عند تغذية المضيف الوسط على دم المضيف أو انسجته وقد يحصل عن طريق اختراق اليرقات ايضا .

ثلاثة مضائف : مثال بعض المثقبات الثنائية المنشأ ، بعض الشريطيات (السيدوفيليديا) بعض شوكية الرأس



ان اضافة مضيف ثالث الى دورة الحياة و اسهاب للخطط الموضح اعلاه يصاب كل من المضيفين بواسطة الاختراق الفعال لليرقات الطفيلي عادة . ويصاب المضيف النهائي بصورة طبيعية بتناول المضيف الوسط الثاني المخمج لتكتمل دورة الحياة .

للمساعدة في توضيح دورات الحياة للطفيليات يمكن الرجوع الى المخططات المختلفة المذكورة ادناه . لاحظ ان المراحل غير المحاطة بالخطوط (اي انها خارج المستطيلات) في تلك المخططات هي المسؤولة عن الانتقال . الاسماء المختلفة المستعملة ملخصة في الجدول (٧ ـ ١) .

قد يعيش الطفيلي في بيئات مختلفة في مراحل مختلفة من دورة حياته وسيكون متكيفاً للحياة في كل منها مهما كانت مختلفة . من المدهش ان علماء الطفيليات لم يعطوا الا اهتماماً قليلاً لهذه القابلية في الطفيليات للتكييف مظهرياً ووظيفياً لعدد من البيئات غير المتشابهة تماماً والمختلفة ربما في درجة حرارة المحيط وفي وفرة الاوكسجين وكمية الاملاح والماء وقيمة الرقم الهيدروجيني وكمية الغذاء لاتتغير محتويات الطفيلي من DNA اثناء دورة حياة واحدة ومع ذلك يمكن للطفيلي ان يتخذ عدة اشكال ويطور صفات وظيفية مميزة لكل طور خاص في دورة حياته . تظهر الحيوانات المتطفلة هذه الظاهرة بوضوح بدرجة كبيرة اكثر مما تفعل الحيوانات الحرة المعيشة . لايعرف الا القليل عن العوامل التي تسبب تحفيز بعض اجزاء DNA بينما الاجزاء الاخرى معطلة . نحن نفترض ان الحوافز المناخية enviromental stimuli مسؤولة عن بدء اليات التحفيز بواسطة تأثير الجينات العاملة operatorgenes التي يمكنها تنشيط مساحات مناسبة من DNA وتعطل نشاطات المساحات غير المناسبة وسوف يناقش هذا بتفصيل اكثر في الفصل الثامن عندما نتطرق الى العوامل التي تسيطر على استقرار ونمو الطفيليات ويكفي هنا القول بان تلك المنبهات أو المثيرات المناخية المزعومة (المقترحة) تعمل خلال كل مراحل دورة حياة الطفيلي ستلعب دوراً مهماً بشكل خاص اثناء عملية الانتقال لان الطفيلي يجب ان يكون قادراً على الاستقرار في مضيف جديد حالما يتم اكتشاف ذلك المضيف اي ان محتوياته من DNA يجب ان تكون قد حفزت منها الاجزاء المناسبة حالما اصبحت عملية الانتقال ناجحة .

تنتج الطفيليات عادة اعدادا كبيرة من الذرية offsprings بشكل بيوض أو يرقات وتعتبر هذه الدرجة العالية من الخصوبة fecurdity عادة كتكيف للظروف الصعبة لدورة الحياة بضمنها الوقت الذي تقتضيه داخل وخارج المضيف أو المضائف . قد يمثل الانتقال بين المضائف فترة عصيبة في حياة معظم الطفيليات بكونها الفترة التي قد تفشل اعداد كبيرة من الكائنات في اكتشاف ودخول مضيف ملائم أو تفشل في الاستقرار بنجاح في داخل المضيف المناسب وسنناقش الجزء الاول في هذا الفصل بينما سيدرس الجزء الاخر في الفصول ١٥,٨ .

جدول ٧ ـ ١ . مراحل مختلفة في دورات حياة الطفيليات المتعددة الخلايا ـ الادوار الممثلة خارج الصندوق هي الاشكال الحرة المعيشة المسؤولة عن الانتقال الى المضيف التالي كل مضيف ممثل كصندوق ربما يمر الطفيلي خلاله بعدد من المراحل اليرقية مصحوبة بزيادة كبيرة في اعداد الطفيلي . وبالرغم من وجود استثناءات لما موضح اعلاه فان تلك النماذج من دورة الحياة وتسمية كل دور هي صحيحية لمعظم الطفيليات . مع ذلك فالطفيليات الابتدائية مستثناة حيث لها دورات حياة معقدة غالباً لا يمكن تطابقها مع المخطط اعلاه وان اسماء المراحل المختلفة ليست قابلة للمقارنة

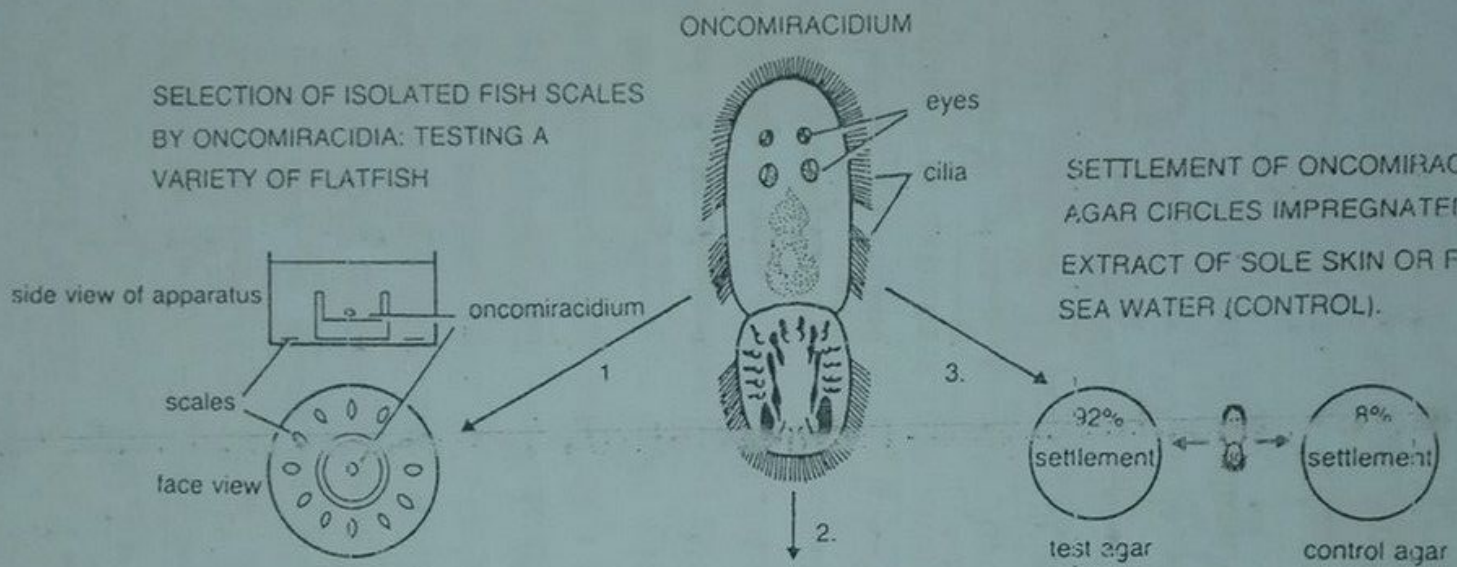
	Monogenea	Digenea	Cestoda	Acanthocephala	Nematoda
DIRECT LIFE CYCLE	egg → oncomiracidium or viviparous larva → adult worm				egg → 1 to 4 larval stages → adult worm
INDIRECT LIFE CYCLE 1. *two hosts*		egg → miracidium → sporocyst → sporocyst or redia → cercaria → metacercaria → adult worm	egg → oncosphere → cysticercoid or cysticercus or hydatid → adult worm	egg → acanthor → acanthella → cystacanth → adult worm	egg → 1st, 2nd & 3rd larvae → 4th larva and adult worm
2. three hosts:		egg → miracidium → sporocyst → sporocyst or redia → cercaria → metacercaria → adult worm	egg → coracidium → procercoid → plerocercoid (sparganum) → adult worm	egg → acanthor → acanthella → cystacanth → cystacanth → adult worm	

ميكانيكية اكتشاف المضيف

هناك مراحل مختلفة معينة في القيام بهمة اكتشاف المضيف وهي تتضمن الانكوميراسيديا oncomeracidia والديدان البالغة في المثقبات الوحيدة المنشأ والميراسيديا والسركاريا في المثقبات الثنائية المنشأ والكوارسيديا coracidns في الديدان الشريطية ومراحل يرقية مختلفة (عادة المرحلة اليرقية الثالثة) في الديدان الخيطية فكل تلك الكائنات فعالة حرة المعيشة تخترق سطح المضيف عادة وفي حالة المثقبات الوحيدة المنشأ تلتصق على سطح المضيف تشتمل الابحاث حول الميكانيكية المستخدمة من قبل كل من اليرقات والادوار البالغة لاكتشاف موقع المضيف على دراسات السلوك behaviou al studies محاولات للتعرف على جاذبات كيمياوية Chemo-attractants وطرق كيمياوية حياتية biochamical مختلفة .

المثقبات الوحيدة المنشأ .

لقد ابهرت ميكانيكية انتقال المثقبات الوحيدة المنشأ من مضيف لآخر علماء الطفيليات لفترة طويلة ولكن تمت دراسة عدد قليل من الانواع بصورة حاسمة وربما كان احسن مثال معروف هو **Entobdella soleae** طفيلي على سطح حجم السمكة المفلطحة Solea solea (سمك موسى الاوروبي الشائع) من خلال بحث G.C. Kearn منذ ما يقارب عشر سنين خلت (شكل ٧ ـ ٢) يلتصق الطفيلي البالغ **Endobdella soleae** على سطح السمك المفلطح بواسطة ممص عريض كأسي الشكل Opisthaptor . ان الطفيلي تتحرك نوعما وقادر على المناورة المحدودة كالتي قد يتطلبها للقيام بالتزاوج . ترضح البيوض في ماء البحر الذي يحيطها وهذه تفقس بعد (٣ ـ ٤) اسابيع محررة يرقة حرة السباحة (اونكوميراسيديوم oncomeracidium) وهذه اليرقة صغيرة يبلغ طولها ٠,٢٥ ملم مهدبة في ثلاث مناطق متميزة على سطح جسمها . توجد اربع عيون ملونة في الجهة الامامية كل منها مغطاة بعسة توحي المعلومات حول نوعية مضيف **E.soleae** بشدة بانه تحت الظروف الطبيعية يكون الطفيلي محدداً تماماً في اختياره لسمك Solea حيث انه نادراً مايوجد على اسماك من انواع اخرى . فهل تم ذلك بواسطة الاختيار الفعال من قبل الطفيلي او ان الاونكوميراسيديا تلتصق فعلاً لكنها تفشل في النمو في انواع كثيرة من الاسماك؟ اوضحت الاجابات على تلك الاسئلة الدراسات المختبرية المبدعة لكيرن kearn باستعمال حراشف scales وجلد سمك معزول isolated fish skin .



Infected Host	Recipient Fish	Percent Transfer
sole	sole	84
	Buglossidium	13
	Limanda	2
	Pleuronectes	0.5
	Raia	0.5

شكل ٧ ـ ٢ البحث عن المضيف ونوعية المضيف في المثقبات الوحيدة المنشأ المتطفلة **Entobdella** للسمكة المسطحة **Solea** . ان الاونكو ميراسيديا هي المسؤولة عن البحث والاستقرار في اكثر انواع السمك الملائم . في هذه الحالة -sole- بشكل مطلق .

عندما تعطى اونكوميراسيديا الطفيلي E-soleae فرصة اختيار خراشف معزولة من مضيفها الطبيعي بوجود حراشف من اسماك مفلطحة مشابهة مثل Microrachis (solea) variegatum (السمك المفلطح السميك الظهر). Buglossidium limanda (السمك المفلطح الصغير) Pleuronectes platessa, (ضرب من السمك المفلطح) وكذلك Limanda limnda (الداب dab) كل تلك الانواع توجد سوية حول الجزر البريطانية فانها تختار حراشف solea solea بصورة مطلقة. لقد لوحظ ان رقات الطفيلي تستقر في كل حالة تقريباً على بقايا الجلد النامية المرتبطة الى الحرشفة المستأصلة بدلاً من الاجزاء العظمية من الحرشفة نفسها موحية بان جلد السمكة قد يمتلك جاذباً خاصاً specific attractant للاونكوميراسيديا يحدث الالتصاق على الحراشف المعزولة في الاماكن العديمة الضوء تماماً مما يدل على ان الحس الضوئي visual perception كطريقة لاكتشاف موقع المضيف غير واردة. ن انتقال E. soleae من سمك Sole المصاب بشدة والموجود في حوض لتربية الاسماك aquarium tank مع انواع اخرى من السمك المفلطح كان محدوداً وذلك يعود الى تجميع الطفيليات بواسطة اسماك sole اخرى وليس بواسطة انواع اخرى من السمك المفلطح لقد بينت تجارب اضافية بان الاونكوميراسيديا تختار بشكل فعال وتستقر على دوائر الآكار agar circules التي سبق تشبيعها بالمادة المستخلصة من جلد سمك الـ Sole وتظهر هذه النتيجة بوضوح ان الاستقبال الكيمياوي chemoreception قد يكون الوسيلة الرئيسية التي تكتشف بواسطتها يرقات E. soleae مضائفها (انظر شكل ٧ ـ ٢). لقد اتضح بان الافرازات المخاطية mucoid secretions من الغدد الموجودة في جلد السمكة هي الجاذبان الرئيسية حيث ان الاونكوميراسيديا لاتنجذب الى جلد السمك المفلطح sole الذي تفتقد الى هذه الغدد مثل القرنية cornea. لقد اقترح بان اكتشاف المضيف واسطة الانجذاب الكيمياوي في المثقبات الوحيدة المنشأ قد يعود الى تطورها من سلف حر المعيشة آكل للحوم يجد فريسته بواسطة التمييز الكيمياوي chemical identification.

ان العديد من الانواع الاخرى من المثقبات الوحيدة المنشأ ذات مضيف خاص host-specufic ولكن لايعرف فيما اذا كانت هذه الظاهرة تعود الى تمييز افرازات نوعية للمضيف الملائم او بوسائل اخرى.

تنتقل المثقبات الوحيدة المنشأ من مضيف الى آخر كديدان بالغة ايضاً عندما يوجد تماس جسمي بين افراد المضائف وربما تعتبر هذه الطريقة شائعة في الانتقال في طفيليات الاسماك التي تعيش مجتمعة او على شكل اسراب gregarious fishes وقد يحدث انتقال الطفيلي في الاسماك التي لاتحتشد او تتجمع عند التقاء

المضائف اثناء فعالياتها التناسلية . ان معلوماتنا في هذا الحقل محدودة في بعض الجوانب وتستحق اهتماماً اضافياً .

المثقبات الثنائية المنشأ :

ان مراحل دورة الحياة المعنية بانتقال المثقبات الثنائية المنشأ هي الميراسيديا miracidia التي تفقس من البيضة وتخترق المضيف الوسط الرخوي molluscan intermediate host (عادة من بطنية الاقدام gastropod) والسركاريات التي تنطلق او تتحرر من المضيف الرخوي بعد فترة عدة اسابيع من النمو وتخترق المضيف التالي او اللاحق الذي قد يكون مضيف وسط آخر او المضيف النهائي وربما بدلاً من ذلك تتكيس السركاريات على الاعشاب كمرحلة او طور بعد السركاريا يعرف الميتاسركاريا metacercaria وتصل الى المضيف النهائي عن طريق الفم مثل الطفيلي **Fasciola hapatica** . تخترق معظم الميراسيديا مضائفها من الرخويات بشكل فعال ولكن يجب ان تؤكل بعض الانواع من قبل القوقع snail لاستمرار دورة الحياة مثلاً تؤكل **Haplometra intestinalis** والـ **Glypthelminus quieta** من قبل القوقع **physa gyrina** ثم تخترق معي القوقع وتصيب الانسجة .

ان الميراسيديوم يرقة مدببة لها أعضاء حسية sense organs مكونة من بقع ضوئية eye spots وعدد مختلف من الحليمات الجانبية lateral papillae المزودة بالاعصاب . تستجيب معظم الميراسيديا بصورة مؤكدة الى العوامل الفيزياوية في بيئتها ويعتقد انها تشابه مضائفها الرخوية في هذه الناحية فهي عادة منحازة للضوء phototactic ، والحرارة thermotactic وللمس thigmiotactic والى الجاذبية الارضية geotactic وهي غالباً ما تستجيب الى التغيرات في الضغط الجزئي للاوكسجين PO_2 والضغط الجزئي لثاني اوكسيد الكاربون PCO_2 والرقم الهيدروجيني pH . قد تمثل مثل تلك الاستجابات على اندفاع الميراسيديا الى تماس فيزياوي قريب من الرخويات وحالما تكون بجوار القوقع المناسب فان الانجذاب الكيمياوي قد يسهل المراحل الاخيرة من اكتشاف موقع المضيف بالرغم من ان الاستجابة الكيميائية في الميراسيديا هي موضوع جدال لمدة طويلة . وفي الوقت الذي توجد دلائل قوية تشير الى ان القواقع تطلق او تحرر مواداً كيمياوية جاذبة خاصة لكل نوع من المثقبات الثنائية المنشأ قد تكون مخاطية في الاصل هناك تقارير كثيرة في المصادر العلمية لاتدعم فرضية الانجذاب الكيمياوي وتقترح بديلاً عنها هو ان اكتشاف مكان او موقع القواقع بواسطة الميراسيديا انما يتم ببساطة بعملية المحاولة والخطأ trial and error .

لقد اختبرت وسائل مختبرية مختلفة لاختبار فرضية الانجذاب الكيمياوي وتشمل الاجهزة التي استخدمت المشابك ذات الاربعة اذرع four-armed mazes وانابيب الاختبار ذات شكل الحرف Y والمسماة مجتمعة مقياس الميل الكيمياوي chemotrometer . درس باحثون آخرون حركة الميرسيديا تحت مجهر البقعة الطائرة flying spot microscope كما ان هناك آخرين فضلوا الوسيلة الكيمياوية الحياتية باستعمال مواد كيمياوية نقية كمواد جاذبة محتملة وبالرغم من غزارة هذه المعلومات او البيانات التجريبية فلايزال الجدل مستمراً . يأتي الدعم او التأييد لفرضية الجاذبية الكيمياوية بصورة رئيسية من الدراسات التي اجريت على ميراسيديا المنشقات المانسونية **schistosoma mausoni** . والمثقبة الرئوية **poragonimius ohirai** ففي الردهات او الغرف المختبرية experimental chambers يبدو ان ميراسيديا المنشقات المانسونية تميز وتقوم باتجاه القواقع الكاملة والقواقع المسحوقة ومستخلصات القواقع المنقعة في قوالب الاكار agar blocks . لايعرف بالتأكيد فيما اذا كانت يرقات الدفيلي تميز فقط تلك القواقع التي تستطيع ان تكمل فيها نموها او ان القواقع غير الملائمة يمكن ان تكتشفها وتقترب منها . يمكن لميراسيديا المنشقات اكتشاف انواع معينة من المواد الكيمياوية مثل الاحماض الدهنية القصيرة السلسلة short-chain fatty acids وبعض الاحماض الامينية amins-acids والحامض اللعابي sialic acids المنتوعة في قوالب الاكار وانها تغير سلوكية او طريقة سياحتها حسب طبيعة المادة الجاذبة لسوء الحظ لم يتواصل هذا الاسلوب بشكل كامل لدراسة الجاذبية الكيمياوية كما مهد له A.J. Mclnnis باستعمال انواع اخرى من المثقبات الثنائية المنشأ . وبالرغم من ذلك يظهر انها طريقة مثمرة للاختيار . ربما تتميز الاحماض الشحمية القصيرة السلسلة بواسطة ميراسيديا الطفيلي **Fasciola hepatica** . ومن ناحية ثانية لايوجد دليل قاطع على ان القواقع تحرر او تطلق مواداً خاصة تعمل على انجذاب تلك المثقبات الثنائية المنشأ التي يمكن ان تنمو فيها فقط . يوحي الدليل الكيمياوي المتوفر في الوقت الحاضر بان محاط القوقع يحتوي على عدد من المكونات الواضحة التي قد يكون اي منها معنياً في ظاهرة الانجذاب .

هناك عدد من التقارير في المراجع تميل لتنفيذ فرضية الجاذبية الكيمياوية بواسطة القواقع من ضمنها دراسات على **Fascioloides magna, Fasciola hepatica** و **Schiotosoma mansoni** وكذلك Austrobilharzia Zoogonoides (انظر جدول ٧ ـ ٢) يمكن ان يؤثر عمر الميراسيديا على قدرتها لاكتشاف موقع المضيف ولكن ميكانيكية ذلك غير معروفة مثال . اوضحت الدراسات على **Megalodiscus tempertus** بان اليرقات التي عمرها (٢ ـ ٥)

ساعة هي اكثر نجاحاً في اكتشاف موقع القوقع **Helisoina trivolvis** من اليرقات التي عمرها اقل او اكثر من ذلك .

جدول ٧ ـ ٢ مصادر مختارة حول بحث الميراسيديا عن المضائف القواقع

نوع المثقبات الثنائية المنشأ ـ الميراسيديا ـ	نوع القوقع المضيف Species	الباحثون
Data su... معلومات تدعم فرضية الانجذاب الكيمياوي		
Schistosoma japonicum	*Oncomelania nosophora*	Lie...er and Atkinson (1915)
Schistosoma mansoni	*Biomphalaria glabrata*	Klo...tzel (1958, 1960), and Etg...s and Decker (1963)
	Helisoma anceps	
	Bulinus spp.	
Paragonimus ohirai	*Assiminea parasitologica*	Ka...ashima *et al.* (1961)
	A. japonica	
	A. latericea miyazakii	
Megalodiscus temperatus	*Helisoma trivolvis*	Uln...er (1970)
D... معلومات تدحض فرضية الانجذاب الكيمياوي		
Zoogonoides laevis	*Columbella lunata*	Stu...kard (1943)
Schistosoma mansoni	*Biomphalaria boissyi*	Abd...l-Malek (1950)
Schistosoma mansoni	*Biomphalaria glabrata*	Stir...walt (1951), Chernin and D...navon (1962)
Austrobilharzia variglandis	*Littorina pintada*	Chu and Cutress (1954)
Gigantobilharzia huronensis	*Physa gyrina*	Naja...n (1956)
Trichobilharzia elvae *T. physellae* *Schistosomattium douthitti* *Schistosoma mansoni*	مضائف مختلفة ...ormal and طبيعية وغير طبيعية	Sud...s (1960)

لتفاصيل متخصصة وتفاصيل اكثر راجع **Cheng** (١٩٦٧) **Smyth** (١٩٦٦) وكذلك **ulmer** (١٩٧٠) .

توضع المادة المخاطية للقوقع كمادة مقبولة اكثر من غيرها لتفسير الطبيعة الدقيقة للانجذاب الكيمياوي المحتمل للميراسيديا في اكتشافها مكان المضيف . ولكن وكما لاحظنا لاتوجد ادلة قاطعة تدعم ذلك وعليه يمكن ان تكون هناك افرازات اخرى مثل مواد برازية excretory او تكاثرية او غائط faeces او لمف دموي haemolymph معينة ذلك ولكن توجد ادلة تجريبية قليلة سواءاً لدعم او رفض هذه الاحتمالات ويظهر من المحتمل (ولو لم يتم اثبات ذلك) ان استجابات الميراسيديا الى البيئة الزياوية تقربها من القواقع وان الانجذاب الكيمياوي يؤدي دوره على مقربة كافية وماهو واضح ان معظم الميراسيديا تنجذب بقوة بواسطة الضوء اكثر من اي حافز آخر .

ان ميكانيكية اكتشاف المضيف المستخدمة من قبل السركاريات (يرقة المثقبات الثنائية المنشأ الحرة المعيشة) هي الاخرى محاطة بكثير من الجدل فتلك اليرقات تقوم بواسطة ذنبها ولايظهر انها تستعمل اهدابها للحركة . لاتعوم بعض انواع السركاريات مطلقاً لكنها تزحف على طول المادة التي تعيش عليها لتجد المضيف . وحالما يتم التماس مع المضيف تفقد الاشكال السابحة ذنبها وتبدأ عملية الاختراق . ويظهر ان انبثاق السركاريات من القواقع التي تمت وتطورت فيها هو تحت سيطرة عوامل كالضوء والحرارة والرطوبة والضغط الجزئي للاوكسجين وقيمة الرقم الهيدروجين pH ويكون الكرب stress في المختبر (المتسبب عن زحام القواقع) هو ايضاً حافزاً على انبثاق السركاريات . وحالما تنطلق من القوقع فان السركاريات لاتعيش الا لفترة قصيرة من الوقت (تصل الى ٣٦ ساعة) كيرقة حرة المعيشة تتصف انما حل سلوك السركاريات السابحة والتي تمثل النوع الاكثر شيوعاً بتبادل نترات فعالية السباحة والراحة ويتم هذا بمساعدة استجابتها الموجبة للضوء positive phototaxis من خلال البقع الضوئية الملونة لاتمتلك بعض السركاريات بقعاً ضوئية وهي لاتستجيب للضوء وهي عادة سركاريات زاحفة (اي انها لاتسبح) تصيب الحيوانات التي تعيش في القعر bottom dewelling animals . بالاضافة الى الاستجابة الاولية للضوء هناك استجابات اخرى تساعد في عملية اكتشاف موقع المضيف فمثلاً تستجيب سركاريات **Posthodiplostomum cuticola** التي تخترق وتتكيس في انواع مختلفة من اسماك الماء العذب الاوربية للظل shadow كالذي يمكن ان ينتج من قبل سمكة حارة وتسبح ذاتياً في مجموعة swarm. كما تبتديء السباحة الذاتية بزيادة اضطراب حركة الماء وبواسطة التماس مع جسم متحرك . لايوجد دليل لتأثير الجاذبية الكيمياوية على **P.cuticola** .

بصورة عامة تستجيب السركاريات للضوء بشكل موجب وللجاذبية الارضية بشكل سلبي باستثناء ملحوظ الاشكال الزاحفة ولكن يوجد شك فيما اذا كان التمييز الكيمياوي يلعب دوراً مهماً في اكتشاف موقع المضيف . لقد اوضحت الدراسات الاولية على المنشقة المانسونية **Schistosorma manson** والـ **Elonorchis sinensis** بان الانجذاب الكيمياوي ليس مهماً ولكن الدراسات الاكثر حداثه توحي بان الانجذاب الكيمياوي قد يلعب دوراً مهماً في اكتشاف موقع المضيف من قبل السركاريات . قد توجد الاستجابة الكيمياوية في عدد قليل من الانواع بضمنها **S.mansoni Schistosomatti m** ، **Gorgodera amplicava** ، **douthitti** Trichobilharzia ، Aust obilharzia والـ **Gigantobilharzia huronensis** ولو انه ليس من الواضح فيما اذا تعين سركاريات المنشقات موقع جلد المضيف بالاستجابة الكيمياوية ولكن هناك دلائل كافية بانه يتم اختيار الموقع

الخاص لاختراق السركاريا بواسطة الاستجابات لمكونات كيمياوية في الجلد نفسه قد تعززة الغدد الدهنية sebaccous glands . وقد تجتذب الحوامض الدهنية بعض سركاريات المنشقات الى مضائفها حيث اوضح تجريبياً بان سركاريات **schistosomatlium douthitti** تفشل في اختراق جلد اذان الفأرة المستأصل فيا اذا عومل الجلد بالاثير ether لازالة الاحماض الدهنية ويبدأ الاختراق من جديد فيا اذا مسحت الأذان العاملة بالاثير بالاحماض الدهنية . تحتاج منشقة الطيور **Austrobilharzia terrigalensis** الى التماس مع الستيرولات sterols وخاصة الكوليسترول cholestrol للاختراق المنام ولكن لايظهر ان تلك المواد جذابة لتحديد موقع المضيف بواسطة السركاريا .

الديدان الشريطية .

الدور اليرقي الحر المعيشة والفعال الوحيد في الديدان الشريطية هو الكوراسيديوم coracidium الذي يعود لرتبه السيدوفيليديا Pseudophyllidea وهي يرقة مهدبة تنفقس من البيضة بعد طرحها في الماء العذب مع غائط الطير او اللبون المضيف النهائي . يمثل الكوراسيديوم الدور المعدي للقشريات المجذافية الاقدام copepod crustaceans ويختلف عن الميراسيديا والسركاريات في نقطتين اولاً يظهر انه يسبح بصورة عشوائية وثانياً انه يؤكل من قبل مضيفه الوسط فان الانتقال هو عملية غير مفعلة passive .

يحدث الانتقال في جميع الانواع الاخرى من الديدان الشريطية بواسطة ميكانيكية غير فعالة ايضاً تشتمل على أكل البيوض او اليرقات بواسطة المضائف

الديدان الخيطية

تمتلك العديد من الديدان الخيطية المتطفلة على النبات وبعض الانواع المتطفلة على الحيوانات كالديدان الشصية hookworms في الفقريات ادواراً حرة المعيشة فعالة تكون معينة باكتشاف موقع المضيف الجديد . قد يلعب الانجذاب الكيمياوي دوراً مهماً خاصاً في تحديد موقع المضيف من قبل العديد من طفيليات النبات . بصورة عامة تكون الديدان الخيطية مزودة باعضاء حسية بضمنها الامفيدات amphids الجانبية الامامية والفاسميدات phasmids الجانبية الخلفية التي يعتقد انها مستقبلات كيمياوية رغم أن هناك القليل من الدلائل المتوفرة التي تدعم هذه الفرضية .

يتم اكتشاف موقع المضيف في الديدان الخيطية بواسطة حركات عشوائية عندما تكون يرقة الطفيلي على مسافة معينة من النبات المقصود وبواسطة الاستقبال الكيمياوي عندما يكون النبات قريباً وربما كون التحفيز الميكانيكي مهماً في اكتشاف موقع المضيف بشكل ناجح . تتصف الديدان الخيطية النباتية بسلوك استكشافي واسع عند بحثها عن موقع دخول مناسب خالما تصل الى النبات وبالمقارنة مع العشوائية الاولية التي تمتاز بها الديدان المتطفلة على النبات فان الديدان الشصية تمتلك نماذج من السلوك هي تكييفات و ضحة لاكتشاف حيوان من ذوات الدم الحار homoiothermic في بيئة برية . يل يرقات الديدان الشصية التي تصيب اللبائن كالانكلستوما .Ancylostoma ، الـ Necator الى ان تكون غير فعالة لمعظم الوقت وهي تتحفر وتصبح فعالة بواسطة زيادة الحرارة فقط بسبب مرور حيوان من ذوات الدم الحار ويظهر ان يرقات الدودة الخيطية Nippostrongylus تبحث بشكل فعال عن مضائفها من الجرذ بحركات نموذجية مميزة لمنطقة الرأس وحالما تحدد موقع المضيف فان اليرقات تلتف حلزونيا بسرعة اسفل الشعر متبعة منحدر حراري therma gradient .

ان يرقات الديدان الخيطية هي اكثر تعقيداً في طرز سلوكها من المراحل المماثلة للديدان المسطحة فهي تستجيب لعدد كبير من الحوافز بضمنها الضوء والحرارة والجاذبية ومواد كيمياوية مختلفة واحداث ميكانيكية ومجالات كهربائية .

ميكانيكية اختراق المضيف

ان المعلومات حول عملية الاختراق الفعال لبشرة المضيف من قبل يرقات الطفيليات نادرة وتنحصر في عدد قليل من الانواع القليلة التي درست بشكل جيد ان المراحل المعينة باختراق المضيف هي المراسيديا والسركاريات ويرقات الديدان الخيطية وبعض الحشرات المتطفلة والاخيرة تبقى خارج مجال هذا الكتاب .

المثقبات الثنائية المضيف

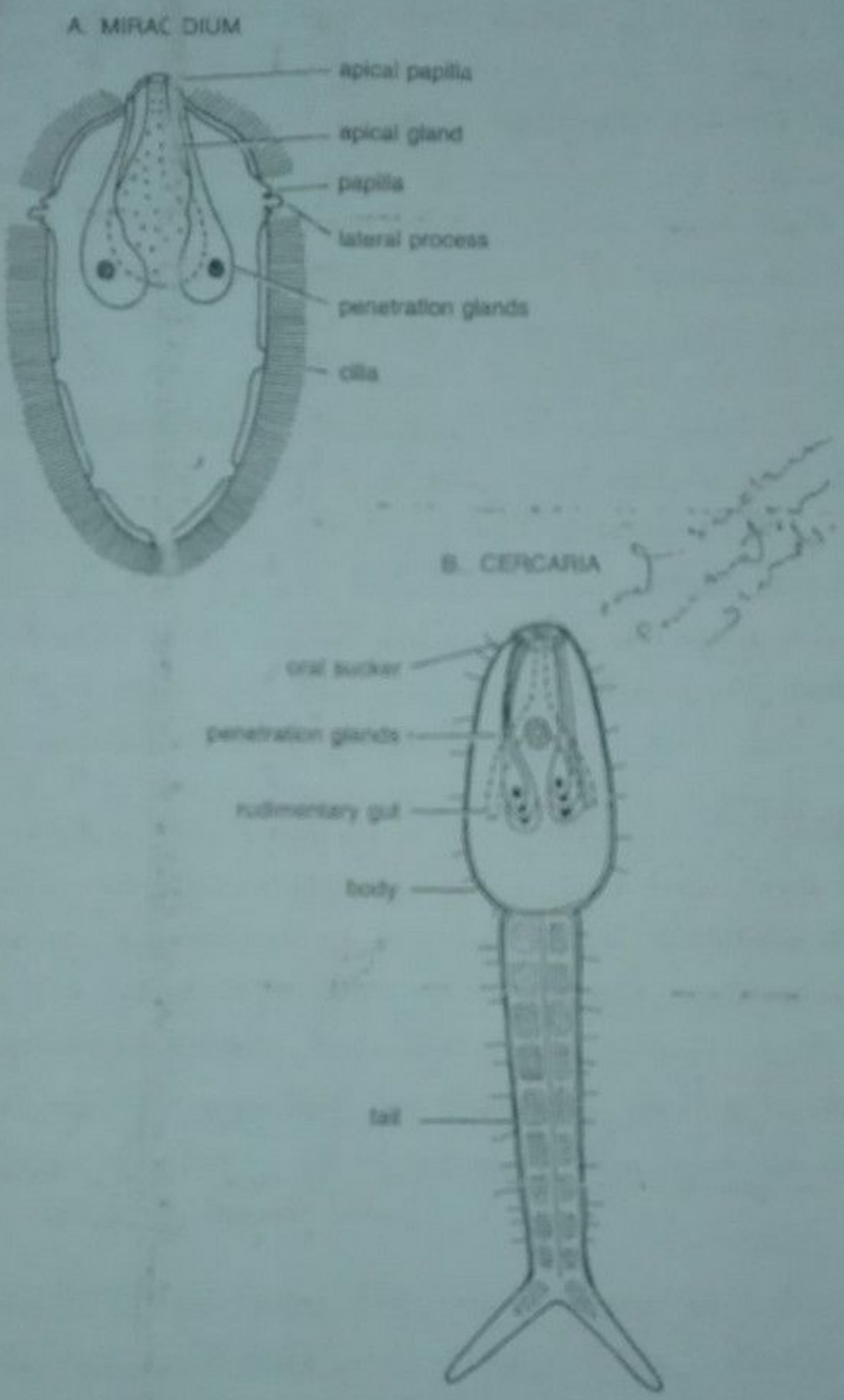
ان الميراسيديوم ـ كما لاحظنا يكتشف القوقع ويخترقه ومن ثم يهاجر خلال انسجة المضيف مستقراً في النهاية في الغدة الكبدية ـ البنكرياسية (hepatopancreas) حيث ينمو الى كيس بوغي sporocyst اوريديا redia . توجد بعض الادلة بان الميراسيديا تفتش بشرة القوقع لاختبار موقع اختراق

مناسب ولكن يظهر ان معظمها يخترق عند نقطة الالتصاق الاولى فاليرقات تقترب من سطح القوقع بواسطة الحلمة القمية apical papilla التي تعتبر العضو المتحرك والماص. يعتقد ان الافراق يتم بتأثير افرازات من الغدد التي تفتح في الحلمة (شكل ٧ ـ ٣) فيرسيريا الدودة **Fasciola hepatica** تمتلك ثلاثة انواع من الغدد الحلمية papillary glands وهناك غدة قمية كبيرة واحدة متعددة الانوية multinucleate apical gland وعدة ازواج من غدد احادية النواة جانبية الموقع يطلق عليها الغدد الاضافية accessory gland كما ان هناك غدداً اضافية قد تفتح في قاعدة الحلمة. وعندما تلتصق الميراسيديوم بقوة على مضيف ملائم تقذف افرازات تلك الغدد بواسطة التقلصات العضلية لجسم يرقة الطفيلي تمتلك ميراسيديا المنشقات **S.mattheei S.mansoni** غدداً حلمية متشابهة. لقد افترض بان افرازات الميراسيديا تحتوي على مزيت مخاطي mucoid lubricant للمساعدة في كل من الالتصاق والاختراق وبان انزيمات محللة lytic enzyms هي المسؤولة عن تحطيم بشرة المضيف تقوم بعض الميراسيديا مثل لـ **Fasciolopsis magna,** **F.hepatica** عند (او ربما قبل ذلك بقليل) الاختراق بنزع صفائح البشرة المهدبة بينما تحتفظ انواع اخرى بتلك الصفائح سليمة اثناء الاختراق مثل **S.mansoni** لايعرف عن صلة تلك الاحداث في الوقت الحاضر.

لقد نال اختراق جلد اللبائن بواسطة سركاريات المثقبات الثنائية المنشأ وبشكل ملحوظ المنشقات اهتماماً كبيراً. ان جلد اللبائن تركيب معقد يتكون من ثلاثة اجزاء واضحة هي طبقة خارجية من خلايا ميتة متقرنة Stratum cornerim تحتها طبقات حية البشرة epidermis والادمة dermis مفزولة بواسطة غشاء قاعدي basementmembrane وتختلف طبقات الجلد في السمك وفي التركيب بين الانواع المختلفة من اللبائن وبين افراد نفس النوع وحتى بين الاجزاء المختلفة على سطح نفس النوع. فتلك العوامل ربما لها دور مهم في تقدير نوعية المضيف وكذلك نجاح استقرار الطفيلي في المضيف الخاص.

توجد بعض الادلة بان دهون الجلد حساسة لتحفيز سركاريات المنشقات لاختراق الجلد مثل الكوليسترول هو المحفز الرئيسي لمنشقات الطيور **Austrabi hazia terrigalensis** بينما تحتاج منشقات اللبائن الى احماض دهنية حرة. يعتقد ان تلك الدهون هي محفزات مهمة فقط بعد ان تكون السركاريات قد التصقت بجلد المضيف وهي ربما ليست مواداً جاذبة كيمياوياً.

لقد صنفت مراحل اختراق جلد اللبائن من قبل سركاريات المنشقة المانسونية S-mansoni الى ست مراحل من قبل Stirwalt عام ١٩٦٦ ويمكن تلخيص المراحل كما يلي.



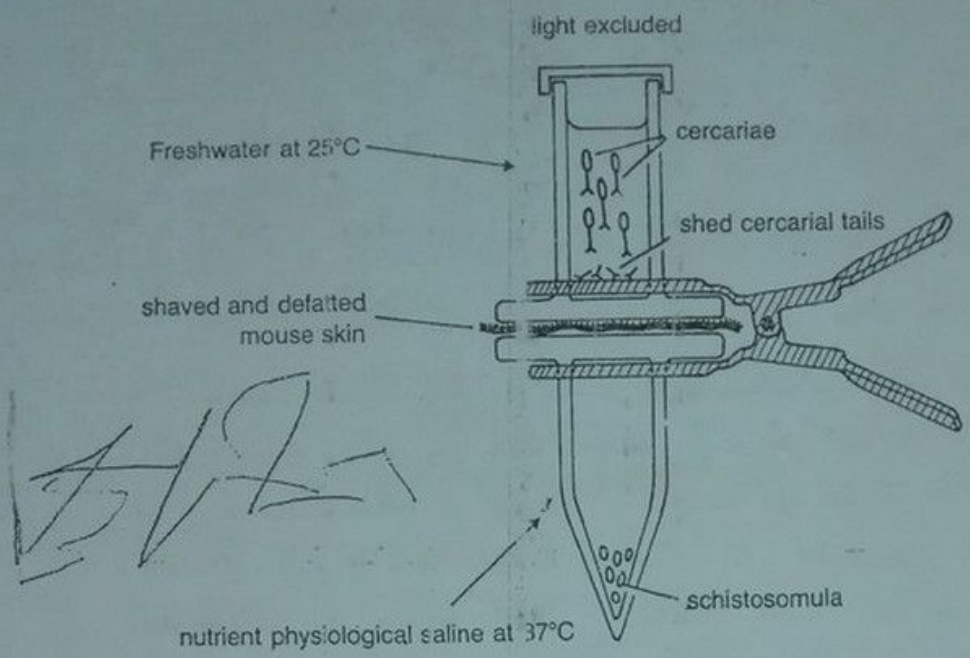
شكل ٧ ـ ٣ المظهر العياني لوقات المثقبات الثانية التي تخترق الجلد .

١ ـ استكشاف الجلد .
٢ ـ افراز مواد مخاطية للالتصاق .
٣ ـ ثقب واختراق الطبقة المتقرنة من خلال الفعل العضلي لجسم السركاريا .
٤ ـ كشط نسيج المضيف .
٥ ـ افراز المادة المخاطية لتلين الطبقة المتقرنة .
٦ ـ افراز الانزيمات المحللة .

تتصف عملية اختراق السركاريا باستكشاف سطح المضيف اكثر من اختراق الميراسيديوم ويظهر بان السركاريات بالرغم من انها قادرة للدخول في اي نقطة أو موقع تستهلك طاقة في البحث أو الكشف عن المنطقة الاكثر ملائمة مثل التجاعيد wrinkles والحافات ridges والاماكن التي تحتوي على خلايا ميتة منفصلة وحتى حويصلات أو بصلات الشعر hair follicles (لاتستعمل قنوات خلايا الغدد كمواقع للدخول) تصاحب عملية الاستكشاف بافرازات مخاطية من غدد السركاريا خلف المحجم البطني post-acetabular وهذا يساعد التصاق اليرقة على جلد السطح . تتم عملية الدخول نفسها جزئياً عن طريق ميكانيكي بواسطة الفعاليات الشديدة والكاشطة للسركاريا وجزئياً عن طريق الانزيمات اي افرازات الغدد قبل المحجم البطني acetubular glands التي تطلق أو تقذف بواسطة حركات جسم اليرقة المخترقة . تفقد السركاريا ذنبها عند الدخول . وتدعى اليرقة المهاجرة الان schistosomulum . مصطلح يطلق على انواع جنس المنشقات . يمكن لسركاريات المنشقة المانسونية اختراق عدد كبير من اللبائن لكنها لاتعيش لمرحلة النضوج في كل الانواع التي تدخلها أو دخلتها . وبذلك ففي الوقت الذي يكون الجلد مانعاً واضحاً فهو ليس المكان الوحيد في جسم المضيف الذي يمكن به تحديد نوعية المضيف .

ان تحول السركاريا الحرة المعيشة الى ديدان المنشقات اليافعة عملية وظيفية مثيرة من ناحية التأقلم أو التكييف لدرجات حرارية (من ٢٥°م الى ٣٧°م) والتوافق لوسط يحتوي على زيادة كبيرة في الايونات وستموت الدودة اليافعة التي تحولت من السركاريا منذ زمن قصير فقط فيما اذا عادت الى الماء العذب بدرجة حرارة ٢٥°م .

ولكن يمكن ان تتم تدجيناً في لزجاج باستعمال وسط زرعي ثنائي الطور bip asic cultive medium وكذلك بواسطة السماح للسركاريات لاختراق جلد الفارة المستأصل أو المزال والحالة الاخيرة هي تقنية مختبرية روتينية في زراعة المنشقات (شكل ٧ ـ ٤) .



شكل ٧ ـ ٤ جهاز استعمل لتمويل سركاريات المنشقات ا منشقات يافعة في الزجاج . الجهاز مصنوع من الزجاج ويحضن في حمام مائي لمدة ٦٠ دقيقة تقريباً مع جلد أرة فاصلا نصفي الجهاز . يشتمل الطرق البديلة للحصول على هذا التحول في المختبر على الهز الميكانيكي للسركاريا لازالة ذيولها أو استنبات السركاريا في وسط ثنائي الطور .

ديدان الخيطية

تنتقل بعض الديدان الخيطية التي تعود الى رتبة Strongylida كالديدان الشعبية hookworms والديدان المشابهة Strongyloidea Ancylostomatoidea ، Helimosomatoidea ، Trichostrongyloidea الى المضيف الفقري ـ لبون عادة بواسطة اخ راق الجلد بصورة فعالة كمرحلة أو طور يرقي حر المعيشة ان اولى الدلائل حول اختراق الجلد بواسطة الديدان الشعبية كان حدثاً عرفياً عندما اصيب خطأً الم الطفيليات المشهور لوس Looss عام ١٨٩٧ بدودة انكلستوما الاثني عشري Ancylostona duodenal لحسن الحظ لم يكن لهذا الحدث المؤسف تأثير دائم أو ثابت على الدراسات الرائدة للعالم المذكور في حقل الطفيليات تلى ذلك استخدام تقنيات مختلفة محكمة بشكل اكثر لدراسة طرق اختراق الجلد من قبل يرقات الديدان الخيطية وتشمل هذه التقنيات على دراسات نسيجية histlolgical ونسيجية كيمياوية hiotochemistry ودراسات تحلل النسيج tissae lysis والاختراق خلال جلد مستأصل وطرق سلوكية behavioural .

لقد تمت الدراسات التي جريت في وقت مبكر حول اختراق الجلد من قبل يرقات الديدان الخيطية في لجسم الحي وقادت بصورة عامة الى الاستنتاج بان الانزيمات المفرزة تؤثر على عملية الدخول عبر الجلد . وشملت البحوث الاكثر حداثة على درسات في الزجاج باستعمال تحويرات من تقنية عوامة كودي العائمة Goodey floating raft حيث تمدد قطعة جلد مستأصلة عبر شباك في قطعة فلين طافية في محلول ملحي . لقد بينت دراسات من هذا النوع بانه توجد اختلافات في ميكانيكية الاختراق التي تتبعها يرقات الديدان الخيطية . قد يكون بدء عملية الاختراق نتيجة استجابة الى منحدر حراري thermal gradient كما يظهر ذلك بواسطة الديدان الشصية **Anylostorna tubaeforme** ويحدث الدخول غالباً بين الخلايا الميتة من الطبقة القرنية . تنزع بعض اليرقات غلافها exsheath (تنزع الكيوتكل للمرحلة اليرقية السابقة) قبل بدء عملية الاختراق مثل يرقات **A.caninum** والـ **Necator americanus** بينما تخترق يرقات اخرى بدون نزع غلافها يعتقد ان عملية نزع الغشاء تحفز بواسطة دهون أو شحوم الجلد skin lipida كما يعتند ان انزيمات من اصل طفيلي قد يكون لها دور في عملية الاختراق في عدد من الانواع (**Strongyloides fullebomis** ، **N.americanus**) ولكن ليس من المؤكد ان جميع الانواع تعتمد على الانزيمات للدخول عبر جلد اللبائن هناك دلائل متناقضة حول هذا الموضوع فيما يخص **A.caninum** ، A.ceylanicum والـ **A.tubaeforme** . يظهر ان عملية الاختراق تتطلب تسلسلاً محدداً من الاشارات لليرقة ويتضح هذا من الحقيقة بان يرقات A.tabaeforrne لايمكنها عبور جلد معكوس أو مقلوب (اي ان طبقة الادمة للجلد الى الاعلى) في الزجاج .

تمتلك الديدان الخيطية المتطفلة على النباتات مساراً stylet امامياً حاداً تستعمله في ثقب جدران الخلايا اثناء عملية التغذية . ويظهر ان اختراق الانسجة النباتية كالجذور تتم بشكل مطلق بواسطة انعملية الميكانيكية للمسبار مع وجود بعض الدلائل بان الانزيمات قد تساعد هذه العملية .

التكرار الدوري المتعلق بالانتقال

ان من المظاهر المميزة لعدد من الطفيليات هو التكرار الدوري على فعالية دورة ٢٤ ساعة والذي يترافق غالباً مع الانتقال الى المضيف النهائي اذا كانت دورة الحياة مباشرة أو الى المضيف النهائي أو المضيف الوسط اذا كانت دورة الحياة غير مباشرة .

لقد صنف Hawking عام ١٩٧٥ التكرار الدوري للطفيليات كما يلي : -

١ - نسق مترافق أو متزامن مع انقسام الخلية مثال طفيليات الملاريا .

٢ - نسق مترافق أو متزامن مع طرح الاشكال المعدية .

أ - من مضيف نهائي مثل الكوكسيديا Coccidia والديدان الدبوسية Pinwarms والمنشقات Schiotosoms .

ب - من مضيف وسط مثل المنشقات Schistoson es

٣ - تكرار تزامن مع هجرة الطفيلي مثل المثقبيات Trypanosomes وطفيليات الملاريا malaria والمايكروفلاريا microfilaria (يرقات فلاريا الديدان الخيطية) .

قد يمثل التكرار الحولي circannual أو السنوي مظهراً أو جانباً آخر من انتقال الطفيلي وخاصة عندما يترافق مع الدورات الحولية أو العضلية لوجود المضيف . ان العديد من انواع طفيليات الملاريا هي دورية بشكل صارم في دورتها التكاثرية اللاجنسية في دم اللبائن أو الطيور - حيث يحدث انقسام الخلية أو الانغلاق schizogony كل ٢٤ ساعة في **P.knowlesi** وكل ٤٨ ساعة في **P.cynomolgi** أو كل ٧٢ ساعة كما في **P.malariae** . ان النسق الدوري في التكاثر اللاجنسي لطفيليات الملاريا متعلق بدرجة كبيرة مع انتاج وحيوية الخلايا المكونة للامشاج gametocytes اي مع الادوار المشمولة في عملية الانتقال الى البعوض المضيف الوسط أو الناقل المفصلي . فالخلايا المكونة للامشاج الذكرية تصبح ناضجة في عدة انواع من البلازموديوم بضمنها **P.cynomolgi** و **P.knowlesi** و **P.berghei** و **P.chabaudi** و **P.cathemerium** (يتضح ذلك بحدوث التسوط exflagellation) اثناء فترة محددة من اليوم تتوافق أو تتزامن مع الفعاليات الغذائية للبعوض الملائم على دم المضيف النهائي مثلا الخلايا المكونة للامشاج الذكرية لطفيلي **P.knowlesi** تكون غير ناضجة بين الساعات ٩ - ١٢ أو ناضجة بين الساعات ٢١ - ٥ وبالتالي تدخل دورة سبات ثم تموت . لقد اقترح بان كلاً من التكاثر اللاجنسي (الانغلاقي) والفترة الزمنية التي يتطلبها نضوج الخلايا المكونة للامشاج في كل نوع لها علاقة مع اوقات لسع الانواع المختلفة من البعوض التي تقوم بعملية نقلها ليس مؤكداً فيما اذا كانت الخلايا المكونة للامشاج الانثوية تمتلك دورة تكررية مشابهة من النمو . ان تحديض درجة الحرارة تجريبياً في القرود المصابة بالملاريا قد قاد الى الاستنتاج بان تزامن التكاثر الانغلاقي في الملاريا له علاقة بدورة الحرارة اليومية للمضيف اللبون ، حيث ان الطالة أو تمديد التبريد يعطل بشكل خطير التكرار اليومي لتطور أو نمو الطفيلي - ففي الملاريا اذن يتوافق التكرار اليومي مع احتياجات الدور المعدي (الخلايا المولدة للامشاج)

في التواجد في الدم المحيطي في الاوقات التي يكون فيها الانتقال الى الحشرة اللاصقة الملائمة اكثر احتمالاً في النجاح . تمتلك طفيليات اخرى تكراراً مشابهاً أو مماثلاً يشتمل على اطلاق الادوار المعدية بصورة فعالة (البيوض أو اليرقات) من المضيف فاطلاق اكياس البيض ooysts المعدية في طفيليات الكوكسيديا Coccidia من معي الطيور موقوتة لتتطابق مع الفترة الملائمة للانتقال لطير آخر . فمثلا في طفيليات isospsea في العصافير فان الوقت الملائم للانتقال سيكون في وقت متأخر من بعد الظهر وبعد غياب الشمس حيث ان هذا هو الوقت الذي تتجمع فيه الطيور في مكان واحد بينما تكون العصافير منفردة في اوقات اخرى ان دورة حياة isospora مباشرة والاصابة تتم بتناول الطيور اكياس البيض .

تطرح الديدان الدبوسية في اللبائن مثل **Enterobis vermicularis** في الانسان والـ **Syphacia muris** في الجرذان بيوضها في المنطقة المحيطة بشرج perianal المضيف بهجرتها من المستقيم الذي يمثل مكانها الطبيعي على اساس متكرر . ان هجرة اناث الديدان الدبوسية يترافق مع الانخفاض اليومي لدرجة حرارة المستقيم اثناء النوم وفائدة وضع البيض اثناء هذه الفترة ربما لتجنب التلوث مع غائط المضيف الذي قد يقلل من فرص نجاح الانتقال الذي يحدث عن طريق التخديش scratching وتناول البيوض عرضياً لقد وضعت دورة مماثلة من اطلاق البيوض في الاصابات البشرية بالمنشقة الدموية schiobsoma haxmetobium حيث اكبر عدد من البيوض يكون موجوداً في الادوار في منتصف النهار كذلك قد تتبع فقس بيوض المنشقات تكرار دوري ايضاً .

تظهر سركاريات المنشقات أفضلية قوية للانطلاق من المضيف البطني القدم gastropod في وقت محدد من اليوم وهذا يظهر له علاقة تواجد المضيف النهائي لسركاريات **S. mansoni** و **S. haematobium** و **S. bovis** و **S. matthei** تميل للانبثاق اثناء الصباح الباكر بينما **S. japonicum** و **S. rhodaini** تظهر أفضلية للانبثاق اثناء بداية المساء وفي الليل . يوحي انبثاق سركاريات المنشقة اليابانية في الليل بان هذه الدودة ربما نشأت كطفيلي للبائن الليلية وان شمول الانسان قد يكون عرضياً

تهاجر العديد من الطفيليات داخل انسجة مضائفها عادة وفي بعض الحالات فان تلك الهجرات تترافق مع الانتقال الى المضيف المتوسط ووظيفتها هي إستقرار او وضع الطفيلي في افضل موقع ملائم داخل جسم المضيف لحدوث انتقال ناضج والتكرار الدوري في انتشار المايكروكلاريا (يرقات ديدان الفلاريا الخيطية) في جهاز دوران اللبائن هو مثال معروف لمثل هذا النوع من الهجرة . لقد درس

Hawking عام ١٩٧٥ الانواع المختلفة من المايكروفلاريا وميز اربعة مجاميع تبعاً لتوزيعها داخل المضيف .

١ ـ كثيرة في الدم المحيطي اثناء الليل وقادرة او غير موجودة اثناء النهار مثال **Brugia malagi, Wuchereria bancrofti** .

٢ ـ كثيرة في الدم المحيطي اثناء النهار وقادرة و غير موجودة في الليل مثل **Loa loa** .

٣ ـ كثيرة جداً في الدم المحيطي في الساء مثل **Dirofilaria immitis** .

٤ ـ موجودة في الدم المحيطي خلال فترة ٢٤ ساعة ولكنها كثيرة جداً بعد الظهر مثال **Wucheroia bancroti** في منطقة المحيط الهادي .

تنتقل المايكروفلاريا بواسطة انواع مختلفة من البعوض وان عادات تغذية تلك الحشرات تتوافق مع زمن ظهور تلك المايكروفلاريا في الدم المحيطي فمثلاً البعوض الذي يلسع اثناء النهار ينقل **Loa loa** والبعوض الذي يلسع اثناء الليل ينقل **W. bancrofti** . وعندما لاتكون المايركوفلاريا موجودة في الدم المحيطي فانها تتجمع في الرئتين وخاصة في منطقة اتصال الشرينات في الشرينات arterioles مع الاوعية الشعرية capillaries ويظهر ان تجمع يرقات الديدان الخيطية في هذا المكان له علاقة مع اختلاف شد الاوكسجين ($\Delta P O_2$) بين الدم الوريدي الرئوي والدم الشرياني فمثلاً في **W. bancrofti** يكون ΔpO_2 المعاد الى ٥٥ ملم زئبق كافياً لتحفيز تجمع المايكروفلاريات في الرئتين وانخفاض متجه ΔpO_2 الى ٤٤ ملم زئبق سيبدأ هجرة الديدان الخيطية الى الدم المحيطي رفع قيمة ΔpO_2 الرئوي اصطناعياً بواسطة التمارين الرياضية او تنفس لاوكسجين سيؤدي الى تجمع المايكروفلاريا في الرئتين . لقد افترض وان كان لايزال الأوكسجين بحاجة لاقامة الدليل عليه بان الاعضاء الحسية في المايكروفلاريات هي مستقبلات كيمياوية chemoreceptors قادرة على اكتشاف التغيرات في قيمة الضغط الجزئي للاوكسجين (PO_2) في دم المضيف ، ولايعرف فيما اذا كانت المايكروفلاريات تمتلك تواتراً ذاتياً endogenous rhythm حيث انها في المثال اعلاه تستجيب بشكل واضح الى نسق ذاتي صادر من المضيف .

لقد وصفت هجرة متكررة مماثلة في بعض انواع المثقبات بضمنها تلك التي تصيب البرمائيات ampbibians . يظهر احد الانواع **Trypanosoma roatorulm** في الدم المحيطي للضفدع **Rana clamitans** نهاراً ويتجمع في الاوعية الدموية القلوية ليلاً . ينتقل هذا النوع من المثقبات بواسطة العلق leecles التي تتغذى نهاراً وهناك نوع ثان من المثقبات المتطفلة على نفس المضيف

يظهر نموذجاً معكوساً للهجرة ويعتقد انها تنتقل بواسطة الحشرات اللاسعة ليلاً . ليس من الواضح فيما اذا كانت تلك الهجرات تعود الى الايقاع الداخلي للطفيلي او للمضيف ولكنها ربما كانت لها علاقة مع دورة الظلام والضوء . ولايوجد دليل على هذا النوع من الهجرة في الشقبات التي تصيب اللبائن ولكن يظهر ان بعض طفيليات الملاريا تتوزع بشكل متباين في داخل الجهاز الدموي للمضيف تبعاً لدورة امدها ٢٤ ساعة .

هناك دورة سنوية annual periodicity في العديد من الطفيليات وهناك بعض الادلة بامد ذلك له علاقة بالانتقال . وقد تعتبر خسارة للطفيلي لانتاج واطلاق اشكال معدية اذا كان المضيف المحتمل غير متوفر للاصابة . ان الدورات السنوية التي لها علاقة بالانتقال واضحة في بعض طفيليات الملاريا وديدان الفلاريا مثل **Dirofilaria immitis** في الطلاب و **Onchocerca gutterosa** و **O. cervicalis** في الابقار والخيول بالتعاقب وفي ديدان خيطية اخرى مثل **Haemonchus contortus** في الاغنام وفي الحقيقة ربما تكون التكرارات الشتويع شائعة في العديد من الطفيليات خاصة التي تنتشر في المناطق المعتدلة من العامل حيث يكون المناخ متميزاً حسب الفصول وان وجود المضيف يختلف كثيراً مع الموسم .

الخلاصـــة

١ ـ نوقشت الميكانيكية التي تتبعها الادوار العدية لتحديد موقع مضائفها وربما يكون الانجذاب الكيمياوي ميكانيكية مهمة ليرقات المثقبات الوحيدة المنشأ ولكن هناك جدال فيما يتعلق بميكانيكية تحديد المضيف بالنسبة لميراسيديا وسركاريات المثقبات الثنائية المنشأ . هناك بعض الادلة التي تدعم فكرة الانجذاب الكيمياوي بينما هناك دلائل اخرى توحي باستخدام طرق بديلة . من الممكن ان هناك العديد من الطفيليات تحدد مواقع مضائفها بواسطة التجربة والخطأ او عن طريق الصدفة ويمكن ان يجتذب الطفيلي والمضيف المحتمل قريبين من بعضهما البعض بواسطة الاستجابات السلوكية للحوافز الخارجية من قبل يرقات الطفيليات .

٢ ـ تدخل ميراسيديا وسركاريات المثقبات الثنائية المنشأ والعديد من يرقات الديدان الخيطية المضيف بواسطة الاختراق الفعال خلال السطح . تدخل الميراسيديا في موقع الالتصاق وبمساعدة افرازات غدية . تميل السركاريات الى تفتيش الجلد عن موقع ملائم للدخول وهي ايضاً تخترق بمساعدة الافرازات . وتخترق بعض يرقات الديدان الخيطية المانعة الجلدي للمضيف بافراز انزيمات محللة ولكن ليس مؤكداً بان جميع اليرقات تدخل عن هذا الطريق . وتستعمل الديدان الخيطية المتطفلة على النبات قلم ثابتاً في عملية الدخول .

٣ ـ ان النسق الدوري للطفيليات غالباً مايكون مترافقاً مع الانتقال الى المضيف التالي ومثل هذا النسق قد وضعت لطفيليات الملاريا ، الكوكسيدي .

٤ ـ ان نوعية مضيف الطفيلي تتأثر بقدرتها على تحديد مكان ودخول المضيف الملائم .

الفصل الثامن

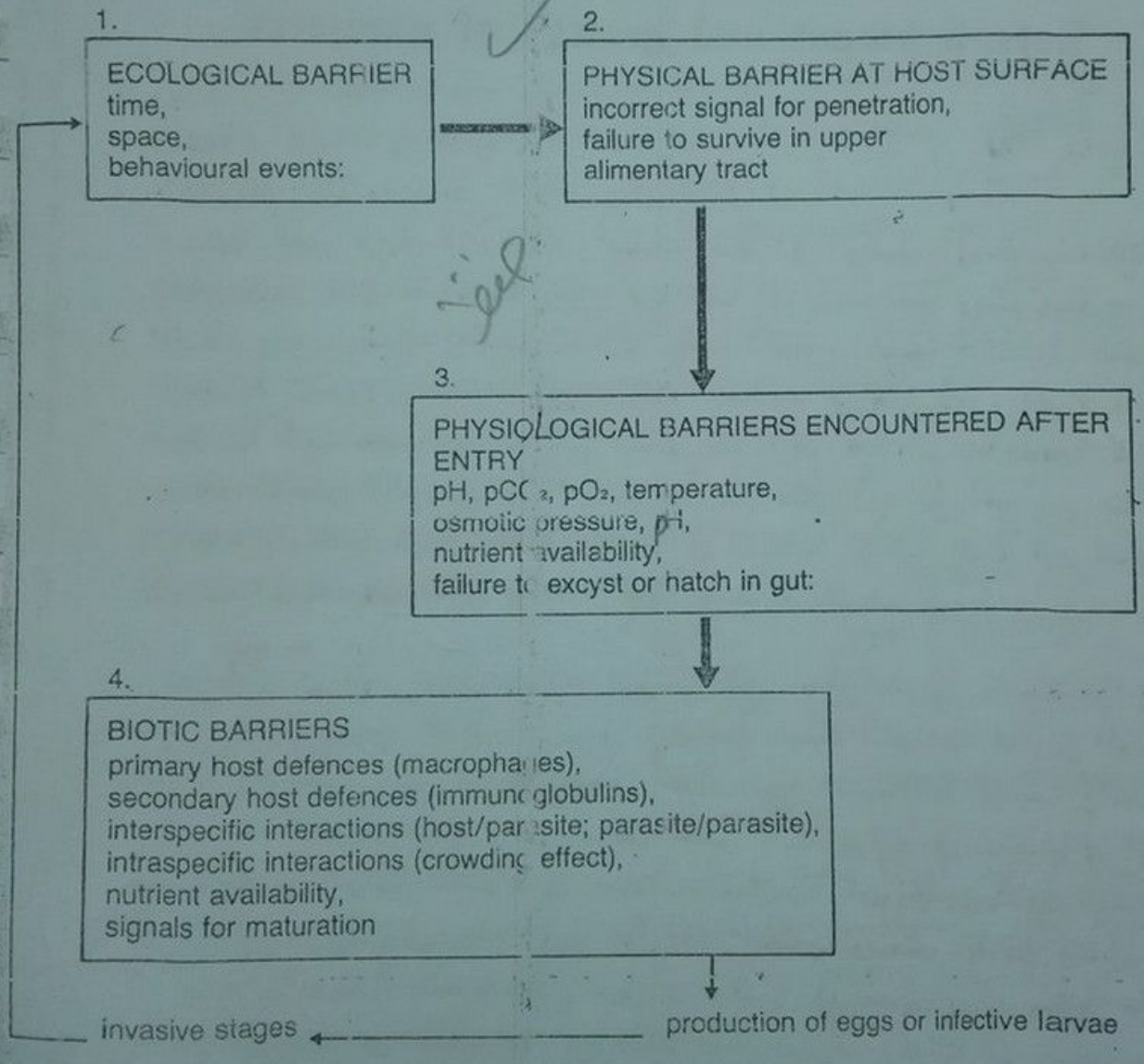
استقرار ونمو الطفيليات
Establishment and growth of parasites

المقدمة :

يجب على الطفيلي ان لا يكون متمكناً فقط في الوصول الى المضيف التالي بنجاح في دورة حياته الخاصة ،لكن يجب ايضاً ان يثبت نفسه وينمو وينضج فيما اذا كان يريد الوصول او تحقيق تكاثره . يحدث النضوج الجنسي في المضيف النهائي عادة فقط ولكن في المضيف الوسط (او المضائف في حالة دورة الحياة (غير المباشرة) فان الطفيلي قد ينمو في الحجم وقد يزيد عدد افراده بصورة هائلة بواسطة التكاثر اللاجنسي ورما ينمو بدلاً من ذلك الى طور او دور ساكن quiescent كالمتياركاريا metacercaria في المثقبات الثنائية المنشأ التي تنتظر الانتقال الى المضيف التالي بواسطة أكلها او موت المضيف الوسط .

سنتناول في هذا الفصل مجموعة العوامل التي تسمح للطفيلي بالاستقرار في مضيف محتمل يوضح الشكل (٨ ـ ١) تسلسلاً مبسطاً للحوادث مختارين الموانع للاصابة والاستقرار التي تواجه الطفيلي خلال منهج infection مضيف واحد . تتكرر هذه الدورة بشكل واضح مرتين حتى ثلاث مرات في الطفيليات التي تصيب مضيفين او اكثر اثناء دورة حياة معقدة كثيراً . ان الحاجز الاول للاصابة هو في المقام الاول بيئي وهو خارج مجال هذا الكتاب ويتمثل الحاجز الثاني في التحديديات الفيزياوية للاصابة والتي سبق ان نوقشت في الفصل السابع ينطبق هذا الحاجز الفيزياوي على الطفيليات التي تخترق سطح المضيف وكذلك التي تدخل عن طريق الجهاز الهضمي او تحت الجلد hypodermically بواسطة ناقل يتغذى على الدم وتتلائم مع الظروف التي تواجه الطفيلي مباشرة حالما يتم التماس مع المضيف اما الحاجز الثالث فهو مركب من عوامل حياتية biotic وفيزياوية كيمياوية

physicochemical ذلك ان الطفيلي يجب ان يكون قادراً على التغلب او التحمل لفترة اطول من الزمن حالما يتم الحصول على مدخل الى جسم المضيف وهذه تشتمل على ميكانيكيات الدفاع المناعية للمضيف التي سيتم مناقشتها بالتفصيل في الفصل العاشر اما هنا فستوضح العوامل الحياتية المتفاعلة والعوامل الكيميائية الفيزياوية التي ربما تسمح او تمنع استقرار لطفيلي ونموه ونضوجه وسيرتكز اهتمامنا في المقام الاول على نمو الطفيلي داخل المضيف النهائي حيث ان هذا بصورة عامة قد جذب الاهتمام الاكبر من قبل المختصين بعلم الطفيليات .



شكل ٨ ـ ١ . العوامل الرئيسية التي تقرر نجاح الاصابة واستقرار ونمو الطفيلي .

ميكانيكية الفقس :

تدخل الطفيليات التي تصيب المضيف كمراحل متكيسة cystic او بيضة egg بصورة منفعلة passively اثناء التغذية تتخلص مثل هذه الطفيليات من كيسها او تفقس عن يرقات larvae او ديدان قبل البلوغ preadults في معي المضيف حيث قد تبقى وتنمو الى دور النضوج او قد تهاجر منها الى نسجة اخرى في جسم المضيف . ان المراحل المختلفة التي تدخل عن طريق الفم مذكورة ادناه (شكل ٨ - ١) .

تنتج الابتدائيات عادة مراحل متكيسة معدية حرة في المحيط مثل اكياس البيض oocysts لطفيليات الكوكسيديا Coccidia والتي تحصل الاصابة بها عندما يتناولها المضيف عرضياً . تكون العديد من المثقبات الثنائية المنشأ digenea متياسركاريات معدية metace cariae عادة تتكيس داخل انسجة المضيف الوسط . تعيش اعداد قليلة من المتياسركاريات في البيئة (مثل **Fasciola hepatica**) تكون الديدان الشريطية cestodes انواعاً مختلفة من المراحل المعدية كالبيوض التي تنطلق الى البيئة او كيسانيات مذنبة cysticercoids او كيسايات مذنبة cysticerci واكياساً عارية hydatielcysts متكيسة في انسجة المضائف الوسط . واليرقات المتطفلة غير المتكيسة الـ procercoid والـ pleurocercoid وتكون الديدان الشوكية الرأس Acanthocephala. معدية للمضيف النهائي كيرقة مشوكة cystacanth متكيسة في المضيف الوسط اللافقري . تكون الديدان الخيطية Nematoda معدية خلال يرقة في الطور الثاني من نموها داخل بيضة او يرقة جنينية في الطور الثالث مغلفة . توجد المجموعة الاولى طليقة في البيئة والاخرى داخل محفظة capsule في داخل مضيف وسط او حرة على الاعشاب مثل trichostrongyles .

وبدون استثناء تقريباً تكون المرحلة المعدية من تلك الطفيليات التي تكتسب عن طريق اكلها او تناولها من قبل المضيف النهائي ذات مستوى مختزل من الايض اي انها في فترة سكون quiescent . الاستثناءات المحتملة لهذه القاعدة العامة هي يرقات قبل ارثية progenetic anvae مثل يرقات البايروسركويد pleurocercoid للديدان الشريطية التي تعود الى رتبة السيدوفيليديا pseudophyllidae وميتاسركاريا المثقبات الثنائية المنشا strigeid التي تنمو بفعالية وكيرقات فانها تكون قريبة جداً من مرحلة البلوغ في تطورها حيث انها تفتقد الى الاعضاء التناسلية الناضجة فقط .

ان على الطفيلي المعدي عند تناوله من قبل المضيف يجب ان يكون قادراً ليس فقط على مقاومة قساوة الحياة في الجزء العلوي من القناة الهضمية وخاصة المعدة ولكنه يجب ان يكون في نفس الوقت قادراً على استخدام انواع مختلفة من الحوافز لتحرير نفسه من اي غطاء دافي، وينشط بيضه الساكن حتى الآن. قد يكون التنشيط المبكر ممتياً للطفيلي ولذلك يجب ان تعمل عوامل متوازنة بشكل دقيق لتضمن حدوث التفقيس والتنشيط في المنطقة او الجزء الملائم من المعي والتي يمكن ان يتحملها الطفيلي المتحرر غير الناضج وهذا المكان هو الاثناعشري غالباً في اللبائن والطيور ولكن هناك استثناءات لهذه القاعدة.

الابتدائيات

تمت دراسة عملية خروج وتنشيط اكياس الابتدائيات المعدية في عدد قليل من الاجناس فقط بضمنها ايميريا Eimeria Iscspora ، والتوكسوبلازما Toxoplasma والساركوستس Sarcocystsis الانتميبا Entamoeba . وقد جرت معظم تلك الدراسات في انظمة خارج الجسم الحي اي في الزجاج ولذلك فانها تلقي ضوءاً قليلاً حول الاحداث التي تحدث طبيعياً. يمكن الحصول على الافلات من الكيس excystation والتنشيط acti ation في الزجاج بواسطة رفع درجة حرارة المحيط أو الوسط الى ٣٧°م لطفيليات اللبائن والى ٤٣°م لطفيليات الطيور باستعمال وسط زرعي ذي رقم هيدروجيني متعادل ويحتوي على عوامل مختزلة وضغط جزئي اوكسجين منخفض PO_2 وضغط ثاني جزئي اوكسيد الكاربون العالي PCO_2 وقدر تكون املاح الصفراء bilc salts متطلبات اضافية لعملية الخروج والتنشيط الامثل. توجد ادلة بان عملية الخروج من الكيس وتنشيط اكياس الابتدائيات عملية ثنائية الطور وذلك ففي طفيليات Eimeria والـ **Ent. histolytica** يتم التنشيط الاولي للطفيلي المتكيس بواسطة رفع درجة الحرارة ووجود عوامل مختزلة وضغط ثاني اوكسيد الكاربون العالي وتعود عملية الخروج من الكيس التالية الى فعالية الانزيمات المحللة للبروتين المنتجة من الطفيلي نفسه أو بواسطة القناة الهضمية للمضيف. يتطلب الخروج من الكيس في **Eimeria bovis** معاملة اولية مع CO_2 وعوامل مختزلة يتبع ذلك المعاملة بالتربسين trypsin ومادة الصفراء bile وربما يكون التحطم الميكانيكي لجدران الكيس مهماً في العمليات الاولية حيث يسمح بنفاذ انزيمات المضيف. وعلى غير العادة تنتقل المراحل المعدية للطفيلي **Histomonas mcleagridis** بدون تكيس داخل بيوض الديدان الخيطية المتطفلة Heterakis . وبهذه الطريقة فانها قادرة على البقاء حية في معدة الطيور وتحت ظروف غير ملائمة.

المراحل المعدية في طفيليات الكوكسيديا هي البويضات sporozoites تكون موجودة داخل اكياس الابواغ sporocyst وهذه الاخرى ضمن كيس البيض oocyst . يتأثر تمزق فوهة micropyle الاخيرة بواسطة التعامل مع ثاني اوكسيد الكاربون في طفيليات اللبائن بينما يعتقد ان الضرر الميكانيكي يكون اكثر اهمية في الاشكال التي تصيب الطيور. يحدث الخروج من الكيس عندما تنطلق اكياس لابواغ من كيس البيض وتتعرض الى مادة الصفراء والتربسين والكايموزبسين في الاثنى عشر وبذلك تتحرر البويضات الى المعي تحتوي اكياس ابواغ العديد من انواع Eineria وبعض انواع Isospora على تركيب يدعى Stieda body الذي يتحطم تحت تأثير مادة الصفراء للمضيف وانزيم التربسين لانطلاق البويضات في انواع اخرى من الـ Isospora (I.canis ، و I.arctopitheci و I.endocallimici و I bigemina).

يعتقد الكيس البوغي الى تركيب stieda body ويحدث الخروج من الكيس بعد التحطم أو التمزق العام لجدار الكيس البوغي عند التعرض للانزيمات المحللة للبروتين . بصورة عامة تبدأ عملية الخروج من الكيس لطفيليات الكوكسيديا في المعدة أو المعدة الاولى في المجترات .rumen وتكتمل في الجزء الاعلى من الامعاء الدقيقة اما الكوكسيديا التي تعيش في الامعاء الغليظة فانها قد تؤخر عملية الافلات من الكيس حتى تصل الى الجزء أو المنطقة الاخيرة من المعي كما في E.tenella .

المثقبات الثنائية المنشأ

ان الدور المعدي للمضيف النهائي في العديد من المثقبات الثنائية المنشأ هو لمتباسركاريا metacercaria التي هي عبارة عن يرقة ساكنة قد تتكيس داخل مضيف وسط أو تلتصق على الاعشاب أو بدلاً من ذلك لاتتكيس داخل المضيف الوسط كما هو الحال مع بعض متباسركاريات strigeid مثل **spathaieum Diplostomum** والـ **D.gasterostei** داخل عيون العديد من انواع الاسماك وكذلك **D.phoxini** داخل دماغ بعض الاسماك الصغيرة . تحاط معظم الميتاسركاريات في انسجة المضيف الوسط بكيس يختلف في تركيبه حسب النوع وبذلك قد تختلف كثيراً متطلبات التنشيط والافلات من الكيس ففي الانواع التي تتكيس على الاعشاب (Paramphistomidae, Fasciolidae والـ Notocotylidae) يكون جدار كيس المتباسركاريا سميكاً جداً وقادراً على مقاومة الجفاف dessication والكشط abrasion وفي مثل هذه الحالات تكون عملية

الافلات من الكيس عملية معقدة تتطلب درجة حرارية مرتفعة واملاح الصفراء وضغطاً جزئياً عالياً من ثاني اوكسيد الكاب الكاربون لتنشيط اليرقة وقد تحفزها لافراز انزيمات محللة باطنية المنشأ وفي نفس الوقت تهضم انزيمات المضيف المحللة للبروتين كالببسين في المعدة والتربسين في الاثنى عشر جدار الكيس من الخارج تنبثق اليرقة في حالة الـ Fasciola من الكيس بواسطة هضم قرص من السكريات المخاطية mucopolysacchanids في جدار لكيس. ان القادحات triggors لعملية الخروج من الكيس ذات خصوصية دقيقة حيث ان العديد من الميتاسركاريات يمكنها ان تحس خلال القناة الهضمية لمضيف غير ملائم وتفشل في الخروج من الكيس ومع ذلك تحتفظ بقابلتها للاصابة.

لم يتم معرفة التركيب الكيمياوي لجدار كياس المتياسركاريا بشكل كاف. يختلف عدد الطبقات الواضحة من ١ ـ ٤ تبعاً للنوع. تكون متياسركاريا **Parvatrema timondavidi** محاطة بطبقة واحدة من مواد لزجة غير معروفة التكوين. وتكون متياسركاريات Posthodiplostonium و Xiphidiocercariar محاطة بأكياس ذات طبقتين مركبة من مادة بروتينية سكرية glyiopoten خارجية الموقع ثم طبقة من البروتين ويكون جدار متياسركاريات اخرى من ثلاث طبقات كما في **Holostephanus luhei** والـ **bushiensis Cyathocotyhe** (سكريات متعددة مخاطية mumpolg sacchmids وبروتين وانسجة المضيف) **Parorchis acanthus** (بروتين، glycopnotcs و muopoly sacchtnids) وفي **Notocotylus attenuutus** (miuopolysacchnids وطبقتين من البروتين). ويعتبر وجود اربع طبقات في جدار الكيس صفة مميزة لميتاسركاريا **Fasciola hepatica** (tanned protein، طبقتين من مواد بروتينة مخاطية زائداً سكريات متعددة مخاطية، وطبقة داخلية من الكيراتين keratin) و **Psilo rema oligoon** (سكريات متعددة مخاطية وبروتين وسكريات متعددة مخاطية وطبقة داخلية من البروتين). توجد فجوة كبيرة في معلوماتنا حول تركيب جدار المتياسركاريا والعلاقة بين تركيبه والظروف المثالية المطلوبة لعملية التنشيط والخروج من الكيس لليرقة الموجودة في داخل الكيس.

من المتوقع، مع هذا الاختلاف الواسع في تركيب الكيس فان عملية الخروج من الكيس في معي الكائن الفقري تختلف هي لاخرى في الكيمياء الحياتية وهذا ماتوحيه الدراسات المحدودة التي اجريت في لزجاج. ففي بعض الانواع مثل Parratrema يكون رفع درجة حرارة المحيط كافياً ليسبب الخروج من الكيس بينما تتطلب انواع اخرى معاملة اولية مع ببسين يتبعها معاملة بيكاربونات

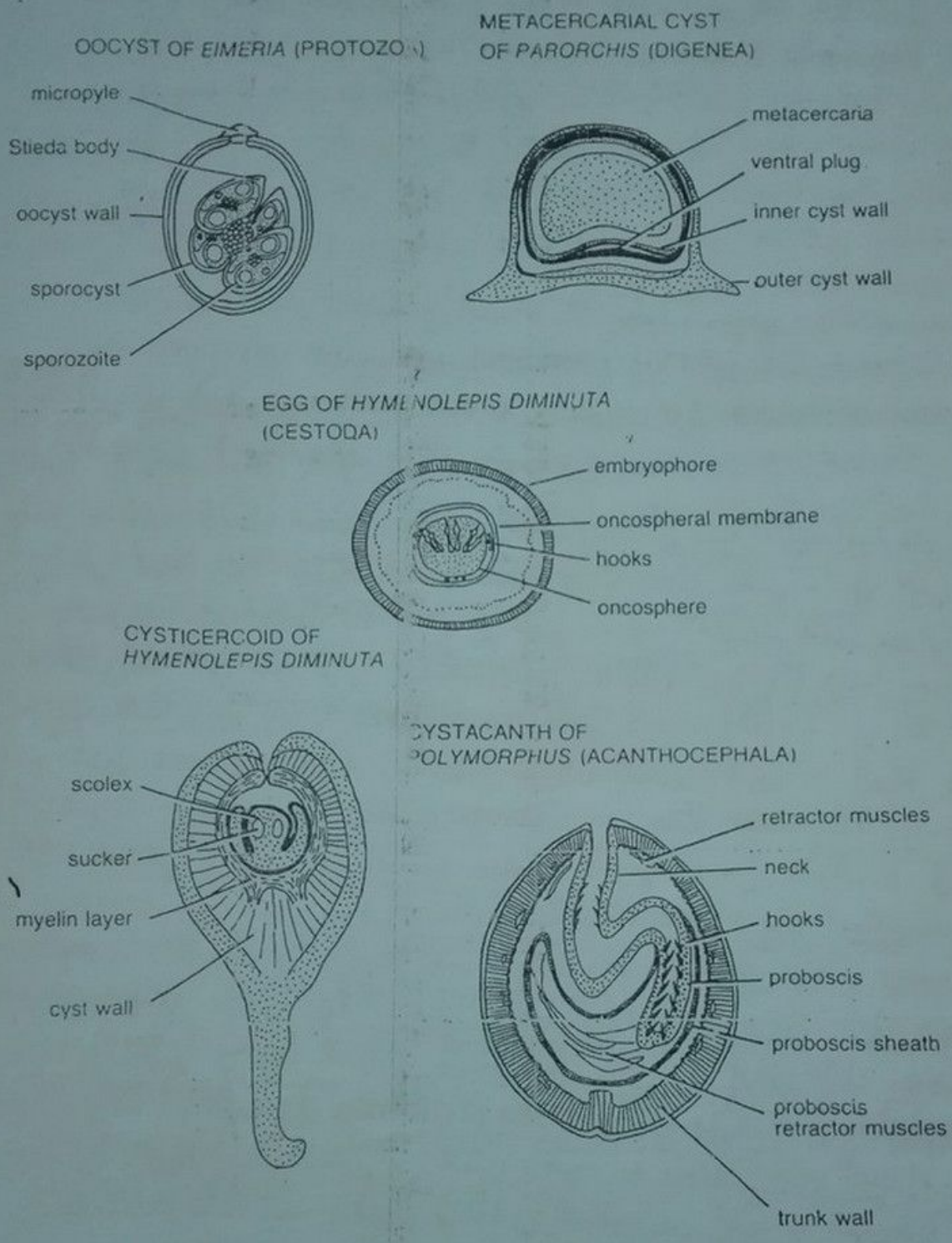
التربسين trypsin bicanborate أو Pancreatin . وليس واضحاً ماتساهم به يرقات المثقبات الثنائية المنشأ في عملية الافلات من الكيس ولكنها قد تقدم بحركات فيزياوية فعالة أو افراز انزيمات محللة . يظهر ان مادة الصفراء للمضيف من المتطلبات الاولية لعملية الافلات (مثل **Fasciola hepatica**) ولكن يبقى دورها بصورة عامة بحاجة الى تفسير .

الديدان الشريطية

تتضمن الأدوار المعدية في الديدان الشريطية البيوض ، والكنيساتيات المذنبة cysticercoids ، الكنيساتات cysticerci والاكياس العذرية hydatid cysts ويرقات اليرويركويد procercoids والبليروسركويد pleurocercoides وتكون المرحلتان الاخرتان غير مغطاة بكيس واق .

تفقس بيوض العديد من الديدان الشريطية في بيئة مائية حرة ولكن الانواع التي تعود لرتبة السايكلوفيليديا Cyclophyllidae تفقس داخل المعي المضيف الفقري (مثل Taeniidae) او في معي مضيف لافقري . تمتلك بيوض الديدان الشريطية التي تعود لرتبة السايكلوفيليديا Cyclophyllidae غلافاً سميكاً متعدد الطبقات يحيط باليرقة oncosphere تدعى الطبقة الخارجية من الغلاف حامل الجنين embryophore (شكل ٨ ـ ٢) يتحرر الجنين او اليرقة في بيوض العوائل الاخرى لرتبة Cyclophyllidae عدا عائلة Taeniidae بواسطة الفعل الميكانيكي لاجزاء فم المضيف وبفعل الانزيم . توحي الدراسات في الزجاج invitro حول فقس بيوض ديدان hymenolepoidid بان البيكاربونات وثاني اوكسيد الكاربون ورقم هيدروجين متعادل وانزيمات حالة للبروتين وبصورة خاصة التربسين هي عوامل مهمة . تتصف بيوض الـ Taeniid بوجود حامل جنين سميك وان الفقس في تلك الديدان يشتمل على تحطم او تمزق حامل الجنين انزيمياً (بواسطة البنكرياتين في **Taenia pisiformis** والبيسين في حالة **T. saginata**) ثم تنشيط اليرقة حيث يتحرر من الغشاء المحيط به وتعتبر املاح الصفراء متطلبات اولية اجبارية لتنشيط الجنين في هذين النوعين من الديدان الشريطية .

يتم الخروج من الكيس في اليرقات الكيسانية المذنبة والكيسايات والاكياس العذرية في امعاء المضيف النهائي بعد تناولها مع انسجة المضيف الوسط وتلعب العوامل التالية من درجة حرارية عالية وانزيمات المضيف المختلفة واملاح الصفراء دوراً في عملية الخروج من الكيس وانبعاج رأس اليرقة الى الخارج



شكل ٨ ـ ٢ . بعض اليرقات المتطفلة المخمجة داخل العائل المتوسط معاد رسمها عن Lackie, A.M (١٩٧٥) .

evagination . يكون لبيسين وحده كافياً لتحرر اليرقة من الكيس في بعض الديدان مثد الجيبية الشوكة **Echinococcus granulosus** ولكن في معظم الاحيان يكون التربسين ائداً الصفراء او البنكرياتين والصفراء المتطلبات المؤثرة الدنيا في الزجاج وربما يمكن الافتراض بان الظروف الكيمياوية الفيزياوية السائدة هي عوامل مساهمة مهمة ايضاً لكل من تحرر اليرقة من الكيس واقلاب ولكن لم تدرس اهمية ضغط الاوكسجين الجزئي PO_2 والضغط الجزئي الثاني اوكسيد الكاربون PCO_2 والرقم الهيدروجين والحرارة وتوازن التأكسد والاختزال redox balance بشكل كامل .

ان يرقات البليروسركويد pleurocercoid للديدان الشريطية التي تعود لرتبة Pseudophylidae غير متكيسة وتتحرر من انسجة المضيف الوسط اثناء تحلل البروتين proteolysis والهضم في الجزء العلوي من امعاء المضيف النهائي. ان تلك اليرقات تشبه الديدان البالغة في الحجم والمظهر الجسمي من المحتمل تحفير النضج الجنسي في تلك اليرقات بواسطة رفع درجة الحرارة في القناة الهضمية للطير او الحيوان اللبون الذي تنمو فيه . والظروف الفيزياوية الكيمياوية السائدة . وبسبب طبيعتها فان يرقات البليروسركويد pleurocercoid للديدان Diphyllobotheriun والـ Ligula و Schistocephalus برهنت انها سهلة نسبياً لاستزراعها حتى لنضوج في الزجاج .

الديدان شوكية الرأس .

تم فحص عملية الخروج من الكيس والتنشيط لليرقات المشوكة cystacanths في ثلاثة انواع فقط هي **Moniliformis dubius** والـ **Polymorphus minutus** و **Echinorhynchu truttae** . يحدث تنشيط اليرقة بعد التمزق الميكانيكي او الانزيمي لغشاء الرقيق الذي يكون الكيس ويحدث اقلاب العظم بعد ترك اليرقة المشوكة معدة المضيف وبفقدانها تتحفز بشكل خاص بواسطة املاح الصفراء وضغط جزئي عالٍ من ثاني اوكسيد الكاربون PCO_2 ان الدور الكامل لمادة الصفراء غير مفهوم كلياً . يمكن تثبيط يرقات **P. minutus** في الزجاج بازالة املاح الصفراء ولكن اضافة املاح الصفراء الى وسط التنشيط يزيد نسبة كل من التنشيط ومعدل تنشيط اليرقات المشوكة .

الديدان الخيطية :

تفقس بيوض بعض الديدان الخيطية بعد تناولها من قبل المضيف الحيواني الملائم فقط . ففي حالة الديدان الخيطية a caridoid تبدأ عملية الفقس بواسطة الظروف في القناة الهضمية للحيوان اللبون او الطير محفزة اليرقة الغلفة على افراز انزيمات مختلفة وتشتمل تلك الانزيمات على كايتينيسيز chitinases واستريسيس esterases وبروتيسيس proteases . تتمكن اليرقة من الخروج بفعل تلك الانزيمات خلال منطقة محطمة او ممزقة في قشرة البيضة . وتعتبر درجة الحرارة العالية ورقم هيدروجيني معتدل وضغط جزيء اوكسجين منخفض وضغط جزيء ثاني اوكسيد الكاربون عال عوامل مسؤولة عن اثارة تنشيط اليرقة داخل البيضة .

تنتقل العديد من الديدان الخيطية المتطفلة على الحيوانات الى المضيف النهائي ليس على شكل بيضة وانما كيرقات في الطور الثالث محاطة بغشاء كيوتكل المرحلة الثانية المنسلخة وقبل ان يحصل اي نمو داخل المضيف يجب ان يتم نزع الغشاء exsheathment في القناة الهضمية للمضيف فالديدان الخيطية Ancylostoma والـ Haemonchus والـ Trichostrongylus لها تفقد غلافها قبل حدوث النمو وتحتاج او تتطلب حوافز خاصة لبدء هذا الحدث واهم الحوافز لهذه العملية هو ضغط جزيء عالٍ من ثاني اوكسيد الكاربون درجة حرارية مرتفعة ورقم هيدروجيني مناسب ووجود عوامل مختزلة. لايظهر ان للانزيمات الهضمية التي يفرزها المضيف دوراً في عملية نزع الغشاء في حالة الديدان **Haemonchus contortus** والـ **Trichostrongylus axei** بينما تتطلب او تحتاج انواع اخرى انزيمات محللة للبروتين واملاح الصفراء من المضيف لحدوث عملية نزع الغلاف . يصاحب بدء عملية نزع الغلاف انتاج مايدعى سائل نزع الغلاف exsheathing flaud بواسطة يرقات الديدان الخيطية . هناك بعض الجدل حول الطبيعة الدقيقة لهذا السائل ولكن من المحتمل انه يحتوي على انزيمات محللة للبروتين مثلاً . لقد وجد الانزيم leucine aminopepticluse في سائل نزع الغلاف في **I. colubriformis** ويظهر ان انطلاق هذا السائل يسبب هضم منطقة محددة امامية في الغلاف وبذلك يسمح لليرقة بالهروب الى المعي .

دراسات كيمياوية حياتية : مراحل الاولى للاستقرار
دور املاح الصفراء

لقد كان دور املاح الصفراء bile salts كمواد كيمياوية حياتية محددة لنوعية المضيف في طفيليات المعي موضوع تأمل كثير من قبل المختصين بالطفيليات لا يوجد لسوء الحظ في الوقت الحاضر دليل كاف يضفي دعماً لهذه الفرضية المعقولة الجذابة . يمكن ان نبين بان املاح الصفراء تلعب ادواراً مهمة في استقرار العديد من الطفيليات التي تدخل المضيف خلال المعي . وعلى الاقل هناك خمس وظائف واضحة معروفة لمادة الصفراء

١ ـ تأثيرات على نضوحية الغشاء
٢ ـ بدء فعالية البرقات داخل الكيس
٣ ـ تأثيرات محللة على سطوح الطفيلي
٤ ـ فعل مؤازر synergys ic action مع الانزيمات الهضمية للمضيف .
٥ ـ تأثيرات ايضية على كل من الطفيليات المستقرة والتي تحاول الاستقرار .

وبسبب طبيعة المسار الثنائي amphipathic nature لاملاح الصفراء اي ان كل جزيئة تمتلك نهاية محبة للماء hydrophilic وكارهة للماء hydrophobic فانها تعمل كعوامل ذات فعالية سطحية قوية أو surfactants وبذلك يمكن ان يكون لاملاح الصفراء تأثير عميق على الاغشية البايولوجية مؤثرة على كل من المواد الدهنية lipids والبروتينية proteins . ان تأثير املاح الصفراء على اغشية بيوض واكياس الطفيلي هو زيادة نضوحيتها وبذلك تسمح بدخول الماء والانزيمات الهضمية خلال ما كان سابقاً غطاءاً غير ناضح وبهذه الطريقة يعتقد ان املاح الصفراء تساعد في الفقس والخروج من الكيس ونزع الغشاء للعديد من الطفيليات الموجودة داخل الكيس في المعي للمفقريات . ان العملية اعقد من ذلك بكثير حيث ان المواد الاصطناعية ذات الفعالية السطحية synthetic surfactaut مثل الـ Tween (٨٠) ليس بالضرورة ان تعمل بنفس الطريقة كاملاح الصفراء الموجودة بصورة طبيعية وبعضها ربما يمنع انطلاق الطفيلي .

لقد وجد ان املاح الصفراء تحفز على حركة البرقات داخل اكياسها في بعض انواع الطفيليات مثل E meria (من الابتدائيات) والـ **Cyathocotyle bushiensis** و Echinoparyphium seratum والـ **Fasciola hepatica** والـ **Holostepharus luhei** (مثقبات ثنائية المنشأ) **Cysticercus pisiforunis** (ديدان شريطية) **Moniliformis dubius** و **polymorphus**

minutus (ديدان شوكية الرأس) ولكن مدى هذا التأثير والطريقة التي يتم فيها غير مفهومة لقد اقترح بان احد الميكانيكيات التي قد تؤثر بواسطتها املاح الصفراء على نوعية المضيف لطفيليات مستقرة بصورة مؤقتة temporary أو دائمية permenant في معي الكائن الفقري هو التأثير التحللي لاملاح الصفراء على طفيليات معينة وقد تم توضيح هذه الظاهرة في الزجاج in vitra مع الرؤوس الاولية protoscalices للدودة الشريطية المسوكة الحبيبية **Echinococcus grauulosus** فمادة الصفراء الغنية بحامض desoxycholic كما في الارنب البري hare ، الارنب rabbit ، والاغنام sheep تحلل بسرعة سطوح الرؤوس الاولية وبذلك توحي بتفسير كيمياوي حياتي محتمل لعدم ملائمة تلك اللبائن كمضائف لهذه الدودة بينما مادة الصفراء من المضائف الملائمة كالكلاب تحتوي عادة على نسبة واطئة من حامض clesoxycholic وبالرغم من ان مدى التأثير التحللي لمادة الصفراء لم يتم بحثه فان المعلومات المحدودة المتوفرة في الوقت الحاضر تدعم الفرضية الحالية مادة الصفراء قد تكون احد العوامل التي تفسر نوعية المضيف . تنمزق العديد من اكياس الطفيليات محررة أو مطلقة يرقاتها تحت التأثير المباشر لمادة الصفراء في جزء الامعاء الدقيقة القريب من فتحة قناة الصفراء ولذلك فمن عدم وجود املاح الصفراء الملائمة فإن اليرقات لطفيلية تفشل في الفقس أو تفقس لكنها تفشل في العيش بسبب التأثيرات التحللية للصفراء . يمكن اختيار هذه الفرضية بسرعة لعدد كبير من الطفيليات باستخدام الروز في الزجاج .

قد تعمل مادة الصفراء بالتآزر مع الانزيمات الهضمية للمضيف وقد يساعد هذا في التحطيم أو التمزيق الانزيمي لجدران كيس الطفيلي . تزداد فعاليات انزيمات اللبائن (التربسين واللاييز) بوجود املاح الصفراء في الزجاج بالاضافة الى ذلك فإن للصفراء تأثيرات ايضية على الطفيليات المستقرة والتي تحاول الاستقرار مثلا ربط قناة الصفراء تجريبياً في الجرذ سبمنع استقرار الدودة الشريطية **Hymenolepis diminuta** ويقلل من حجم وخصوبة الاصابات القائمة . يجب ان تفسر تأثيرات مثل هذه التجارب بحذر كما ان هناك حاجة الى دلائل اخرى قبل الوصول الى اي تعميم حول التأثيرات الايضية لمادة الصفراء على الطفيليات .

التغيرات الايضية

في العديد من الطفيليات هناك دورة حياة معقدة تتضمن مراحل يرقية حرة المعيشة ويرقات طفيلية وديدان بالغة ولهذا فليس من غير المتوقع ان نجد تغيرات ايضية في اجزاء مختلفة من دورة الحياة ولو ان ذلك تم بحثه في عدد قليل فقط

من الحالات اي بتعبير آخر يوجد نقص ملحوظ في المعلومات حول القادحات المسؤولة عن حصول التغيرات المفاجئة التي يجب ان تحدث عندما ـ كمثال ـ تصيب مرحلة حرة المعيشة لطفيلي ما مضيفاً ليوناً . من الناحية الكيمياوية الحياتية هناك فرق واضح مهم وواضح بين الاشكال الحرة المعيشة والادوار المعدية للطفيليات والطفيليات البالغة . يميل ايض الطاقة في اليرقات المعدية الى ان يكون هوائياً arobic بينما في الدور الناضج يعتمد بشدة ان لم يكن بشكل مطلق على ايض الكاربوهيدرات اللاهوائي تشبه الادوار اليرقية الطفيلية كالاكياس البوغية sporocysts والريديات rediae في المثقبات الثنائية المنشأ الدودة البالغة وتميل باتجاه الايض اللاهوائي الاختياري (جدول ٨ ـ ١) ولهذا فاننا نلاحظ بأن اليرقات المعدية للعديد من الديدان الخيطية وميراسيديا وسركاريات المثقبات الثنائية المنشأ وربما الكوراسيديا الحرة المعيشة بالنسبة للديدان الخيطية كلها عادة كائنات هوائية ويمتلكون مسار حل للسكر فعال giycolytic pathway ودورة كريبس Krebs cycle و أكسد B للدهون المخزونة وينتهي نظامها لنقل الالكترون بـ cytochrome oxidase تشبه اليرقات الطفيلية كالاكياس الابواغ والبروسركويد procercoid والبليروسركويد plcurocercoid والكيس المشوك cystacanth ادوارها البالغة جداً في مساراتها الايضية وهي اساساً لاهوائية تفتقد الى دورة كريبس وتعتمد على حل السكر وتمتلك سلاسل نقل الالكترون متفرعة .

ليس واضحاً ابداً ما هي الاحداث الكيمياوية الحياتية والوظيفية التي تسيطر على التحول المفاجيء من المعيشة الهوائية الى المعيشة اللاهوائية . لقد شوهد الطفيلي اثناء عملية الاصابة بانه يفقد مسارات كيميائية حياتية معينة ويحور غيرها . الانزيمات المتماثلة isoenzymes اي بروتينات مختلفة التي تحفز نفس التغيير الكيمياوي يجب ان تكون مهمة اثناء الاصابة طالما ان هناك عادة تغايرات واضحة في الرقم الهيدروجيني والحرارة التي تواجه الطفيلي في رحلته من البيئة الحرة المعيشة الى الانسجة الداخلية للحيوان المضيف . لا يعرف فيما اذا كانت الانزيمات المطلوبة أو المحتاجة للدور البالغ موجودة لكنها لا تعمل في الطفيلي اليافع أو انها تصنع من جديد اثناء وبعد الاصابة مباشرة .

يظهر أن درجة الحرارة وضغط جزيء مرتفع من ثاني اوكسيد الكاربون هي العوامل الاكثر احتمالاً في تحقيق التغيير الايضي الشائع للعديد من الطفيليات اثناء الاصابة وربما تكون العوامل الاخرى مثل الضغط الجزيء للاوكسجين qO_2 والرقم الهيدروجيني pH والرطوبة النسبية rH والضفة التناضحي معيناً ايضاً . هناك بعض الادلة بأن عدداً من يرقات المثقبات الثنائية المنشأ **Zoogomus rubellus**

جدول ٨ ـ ١ الاختلافات الايضية بين الطفيليات البالغة واليرقات

نوع الطفيلي	ملخص الايض اليرقي	ملخص الايض للدور البالغ
Ascaris lumbricoides	حل السكر . فعالية عالية لانزيم pyruvate Kinase دورة	حل السكر الى PEP فعالية واطئة لانزيم kinase pyruvate ، تثبيت
	الحمض ثلاثي الكاربوكسيل فعالة تأكسد B للدهون	ثاني اوكسيد الكاربون مكونة oxaloacetate اختزال مايتوكوندري لـ fumarate الىsuccinate ، لا توجد دورة الحمض ثلاثي الكاربوكسيل انزيمات التأكسد B موجودة لكنها لا تعمل . لا توجد دودة كلايوكسليت المؤكسدات النهائية هي السايتوكرومات a ، 3 ، O
	دورة كلايكوكسليت فعالة المؤكسد النهائي هو Cytochrome oxidase	
Haemonchus contortus	دورة الحمض ثلاثي الكاربوكسيل فعالة	تثبيت ثاني اوكسيد الكاربون
Schislosoma mansoni	الميراسيديا والسركاريات	عادة لا هوائية
	دورات حل السكر والحمض ثلاثي الكاربوكسيل فعالة	
	مؤكسدات سايتوكرومي موجودة	
	تأثير باستور ممكن توضيحه	
	تأكسد B للدهون المخزونة تحتمل	
	الاكياس البوغية	
	تستغل الاوكسجين	
	مؤكسد سايتوكرومي موجود	
	تطرح اللاكتيت	
Fasciola hepatica	الميراسيديا والسركاريات	حل السكر فعال
	دورات حل السكر والحمض ثلاثي الكاربوكسيل فعالة	تثبيت ثاني اوكسيد الكاربون
	خزين دهن كبير	معكوس جزئي لدورة الحمض ثلاثي الكاربوكسيل
	الاكياس البوغية	لا يوجد ايض هدمي للدهون
	حل السكر فعال	سلسلة سايتوكروم متفرعة
	لا يوجد مؤكسد سايتوكروم (موجود في الريديات)	

جدول ٨ ـ ١ الاختلافات الايضية بين الطفيليات البالغة واليرقات

نوع الطفيلي	ملخص الايض اليرقي	ملخص الايض للدور البالغ
Ascaris lumbricoides	حل السكر . فعالية عالية لانزيم pyruvate Kinase دورة الحمض ثلاثي الكاربوكسيل فعالة تأكسد B للدهون دورة كلايكوكسليت فعالة المؤكسد النهائي هو Cytochrome oxidase	حل السكر الى PEP فعالية واطئة لانزيم kinase pyruvate ، تثبيت ثاني اوكسيد الكاربون مكونة oxaloacetate اختزال مايتوكوندري لـ fumarate الى succinate ، لاتوجد دورة الحمض ثلاثي الكاربوكسيل انزيمات التأكسد B موجودة لكنها لاتعمل . لاتوجد دودة كلايوكسليت المؤكسدات النهائية هي السايتوكرومات a3 , O.
Haemonchus contortus	دورة الحمض ثلاثي الكاربوكسيل فعالة	تثبيت ثاني اوكسيد الكاربون
Schislosoma mansoni	الميراسيديا والسركاريات دورات حل السكر والحمض ثلاثي الكاربوكسيل فعالة مؤكسدات سايتوكرومي موجودة تأثير باستور ممكن توضيحه تأكسد B للدهون المخزونة متمل الاكياس البوغية تستغمل الاوكسجين مؤكسد سايتوكرومي موجود تطرح اللاكتيت	عادة لاهوائية
Fasciola hepatica	الميراسيديا والسركاريات دورات حل السكر والحمض ثلاثي الكاربوكسيل فعالة خزين دهن كبير الاكياس البوغية حل السكر فعال لايوجد مؤكسد سايتوكرومي (موجود في الريديات)	حل السكر فعال تثبيت ثاني اوكسيد الكاربون معكوس جزئي لدورة الحمض ثلاثي الكاربوكسيل لايوجد ايض هدمي للدهون سلسلة سايتوكروم متفرعة

من الحالات اي بتعبير آخر يوجد نقص ملحوظ في المعلومات حول القادحات المسؤولة عن حصول التغيرات المفاجئة التي يجب ان تحدث عندما ـ كمثال ـ تصيب مرحلة حرة المعيشة لطفيلي ما مضيفاً ليوناً . من الناحية الكيمياوية الحياتية هناك فرق واحد مهم وواضح بين الاشكال الحرة المعيشة والادوار المعدية للطفيليات والطفيليات البالغة . يميل ايض الطاقة في اليرقات المعدية الى ان يكون هوائياً arobic بينما في الدور الناضج يعتمد بشدة ان لم يكن بشكل مطلق على ايض الكاربوهيدرات اللاهوائي تشبه الادوار اليرقية الطفيلية كالاكياس البوغية sporocysts والريديات rediae في المثقبات الثنائية المنشأ الدودة البالغة وتميل باتجاه الايض اللاهوائي لاختياري (جدول ٨ ـ ١) ولهذا فاننا نلاحظ بأن اليرقات المعدية للعديد من الديدان الخيطية وميراسيديا وسركاريات المثقبات الثنائية المنشأ وربما الكوراسيديا الحرة المعيشة بالنسبة للديدان الخيطية كلها عادة كائنات هوائية ويمتلكون مسار حل للسكر فعال glycolytic pathway ودورة كريبس Krebs cycle و أكسد B للدهون المخزونة وينتهي نظامها لنقل الالكترون بـ cyto:hrome oxidase تشبه اليرقات الطفيلية كالاكياس الابواغ والبروسركويد r ocercoid والبليروسركويد plcurocercoid والكيس المشوك cystacanth ادوارها البالغة حداً في مساراتها الايضية وهي اساساً لا هوائية تفتقد الى دورة كريبس وتعتمد على حل السكر وتمتلك سلاسل نقل الالكترون متفرعة .

ليس واضحاً ابداً ما هي الاحداث الكيمياوية الحياتية والوظيفية التي تسيطر على التحول المفاجيء من المعيشة الهوائية الى المعيشة اللاهوائية . لقد شوهد الطفيلي اثناء عملية الاصابة بانه يفقد مسارات كيميائية حياتية معينة ويحور غيرها . الانزيمات المتماثلة isoenzyme: اي بروتينات مختلفة التي تحفز نفس التغيير الكيمياوي يجب ان تكون مهمة اثناء الاصابة طالما ان هناك عادة تغايرات واضحة في الرقم الهيدروجيني والحرارة التي تواجه الطفيلي في رحلته من البيئة الحرة المعيشة الى الانسجة الداخلية للحيوان المضيف . لا يعرف فيما اذا كانت الانزيمات المطلوبة أو المحتاجة للدور البالغ موجودة لكنها لا تعمل في الطفيلي اليافع أو انها تصنع من جديد اثناء وبعد الاصابة مباشرة .

يظهر ان درجة الحرارة وضغط جزيء مرتفع من ثاني اوكسيد الكاربون هي العوامل الاكثر احتمالاً في تحقيق التغيير الايضي الشائع للعديد من الطفيليات اثناء الاصابة وربما تكون العوامل الاخرى مثل الضغط الجزيء للاوكسجين qO_2 والرقم الهيدروجيني pH والرطوبة النسبية rH والضفة التناضحي معيناً ايضاً . هناك بعض الادلة بأن عدداً من يرقات المثقبات الثنائية المنشأ **Zoogomus rubellus**

و H masthla quissitensis قد تكون مكيفة سابقاً لدرجات حرارية عالية تصادفها في جسم المضيف النهائي حيث توجد علاقة مباشرة بين Q_{10} لليرقة ودرجة حرارة المضيف النهائي. هناك عدد من الطفيليات التي تمر بتغيرات ايضية عند رفع درجة حرارة البيئة فوق ٣٠°م مثل **Nippostrongylus brasiliensis** و Schistocephalus solidus Strongyloides ratti Necator americanus وبالمقارنة فالطفيليات التي مضيفها النهائي بتغير درجة الحرارة poikilotherm (من ذوات الدم البارد) يجب ان تستجيب الى عوامل اخرى غير درجة الحرارة لبدء التحول الايضي ولكن لم يتم بحث هذا باشي تفضيل.

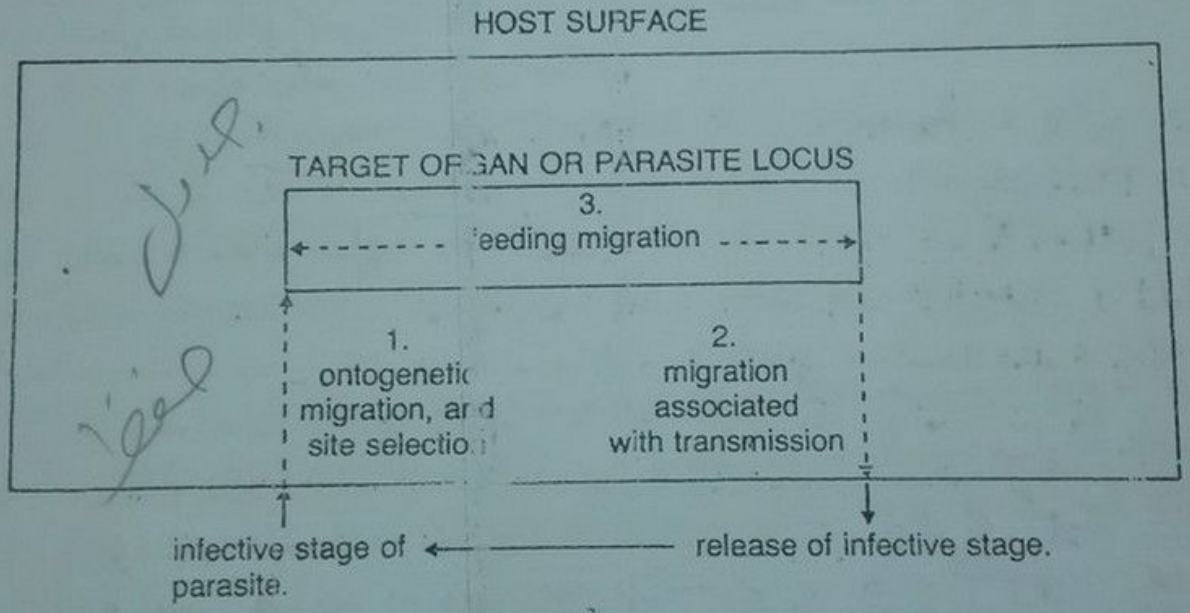
قد تكون الطفيليات معقدة جداً من الناحية الوراثية حيث ان التركيب الجيني للدور البالغ adult genome يحمل معلومات عن المسارات الايضية التي تعمل في مراحل اخرى في دورة الحياة وسيكون التكهن مثيراً بانه كلما كانت دورة حياة الطفيلي معقدة كلما كانت الحاجة اكثر الى DNA و rna فعالاً. لم يتم اثبات هذه الفرضية ولكن الدلائل من احدى الدراسات توحي بأن التركيب الوراثي لبعض الديدان الشريطية و لديدان الخيطية معقدة اكثر مما يماثلها من الحيوانات الحرة المعيشة بعامل بين اثنين وثلاثة.

الهجرة وانتقاء الموقع

نماذج الهجرة

عند اصابة الطفيلي جسم المضيف قد تحدث ثلاثة طرز من الهجرة التي يمكن تمييزها بسهولة (شكل ٨ ـ ٢) تهدف فعالية الهجرة الاولى الى ازالة الطفيلي من موقع دخوله الى العضو الهدف المختار حيث يستقر كيرقة أو كمرحلة بالغة مثل هذه الهجرة يصاحبها غالباً خاصة في الديدان نمو وتطور الطفيلي وتنتهي بنضوج الدودة. يعرف هذا النوع من الهجرات بالهجرات التطورية ontogenetic migration حيث ان الهجرة الى مكان جديد ونمو الطفيلي مرتبطة بشكل وثيق. وبالرغم من معرفتنا القليلة جداً حول الاحداث التي تحصل اثناء الهجرة التطورية للطفيليات فمن الواضح بان هناك تسلسلاً محدداً للقادحات ربما تنبعث من المضيف ويتعرف عليها الطفيلي تحفز تسلسل التكوين الطبيعي. يمكن تبسيط ذلك بواسطة الهجرة الضالة (المنحرفة) aberrant migration التي يمكن ان تحدث عندما تصيب بعض الطفيليات مضيفاً لاتستطيع فيه اولا يمكن ان يحدث فيه نمو كامل ومع ذلك فان الطفيليات قد تعيش لفترة من الزمن وهذا غير شائع في الاشكال

التي تخترق الجلد كيرقات الديدان الشعية ويرقات المثقبات الثنائية المنشأ . ففي الديدان الشعية قد يؤدي اختراق الجلد غير ملائم (مثل ديدان الكلب التي تدخل الانسان) الى انتاج ما اصطلح عليه الهجرة اليرقية الاحشائية أو الجلدية cutaneous or visceral larva migran وهذه عبارة عن اشكال مهاجرة تفشل في النمو تفتقد الى الاشارات الضرورية من المضيف وانها تتجول خلال الانسجة الخارجية أو الداخلية من الجسم غالباً لفترات طويلة مسببة استجابات مرضية في المضيف اثناء هجرتها وتصبح غالباً داخل محفظة في الاعضاء والانسجة بينما في المضيف الطبيعي تهاجر تلك اليرقات عبر طريق محدد خلال الجسم لتصل في النهاية الى القناة الهضمية . حيث تنضج جنسياً وتنتج البيوض . المثال الاخر هو سركاريات منشقات الطيور التي تخترق جلد الانسان لكنها لاتنمو ابداً الى ديدان بالغة وتنتج حالة مرضية معتدلة تعرف بالتهاب الجلد المنشقي Schistosome dermatitis في موقع الدخول . ان ديدان المنشقات اليافعة للطيور Schistosomules تبدأ بالهجرة في الانسان لكنها تتوقف في طبقات الادمة للجلد .



شكل ٨ ـ ٣ نماذج هجرة الطفيليات

١ ـ الهجرات التطورية . يهاجر الطفيلي من موقع الدخول الى موقعه المفضل أو العضو الهدف عادة يمر بالنمو والتمايز اثناء الهجرة هذا النوع من الهجرات غير فعالة اي تتم عن طريق دم المضيف أو فعالة اي خلال انسجة المضيف .

٢ ـ الهجرات الانتقالية : تهاجر الطفيليات البالغة جنسيا من العضو الهدف الذي تستقر فيه لتطلق المراحل المعدية (البيوض أو اليرقات) مثل الديدان الدبوسية أو ان المراحل المعدية للطفيلي تهاجر من العضو الهدف الذي يستقر فيه الطفيلي البالغ الى الاجزاء المحيطية من جسم المضيف مثل المايكروفلاريا ، بيوض المنشقات ، بعض المثقبات .

٣ ـ هجرة تغذية تهاجر الطفيليات البالغة أو ادوارها اليرقية بشكل فعال داخل العضو الهدف الذي اختارته ومرافقة طرق تغذية المضيف . هذا النوع من الهجرة معروفة في الدودة الشريطية Hymenolepis diminuta فقط .

تؤدي الهجرات التطورية للطفيليات الى وصول الدور البالغ الى العضو الهدف المفضل أو الى انتاج دور يرقي ساكن يبقى ينتظر الانتقال الى المضيف التالي (شكل ٨ ـ ٤) وتمثل ميتاسركاريات المثقبات الثنائية المنشأ امثلة على النوع الاخير. يجب ان يلاحظ ايضاً بان هناك عدداً كبيراً من الطفيليات التي تمر بهذا النوع من الهجرة في مضائفها الوسطية من اللافقريات مثل المثقبات Tryparosomes والملاريا malaria في الحشرات، المثقبات الثنائية المنشأ في الرخويات mollusca والديدان الشريطية في اللافقريات البحرية والديدان الخيطية في الحشرات في جميع تلك الامثلة يمكن ان يتم الانتقال الناجح الى المضيف التالي بعد اكمال الهجرة التطورية ويكون الطفيلي في دور النمو المناسب وفي موقع ملائم داخل مضيفه اللافقري مثال تكون اليرقات الكيسانية المذنبة cysticercoids للديدان الشريطية معدية للمضيف الفقري بعد ان تخترق معي الحشرة وتكمل نموها في التجويف الدموي.

ان هجرة الطفيلي قد تكون ذات علاقة بالاحداث التي تؤدي الى الانتقال وهذا ماتقصف به مايكر فلاريا الديدان الخيطية والمثقبيات التي سبق مناقشتها في الفصل السابع.

تتصف الدودة الشريطية **Hymenolepis diminuta** بالنوع الثالث من الهجرة ويعتقد ان هذا النوع له علاقة بنماذج التغذية للمضيف ـ الجرذان فهناك هجرة خلفية Posterior nigration في الديدان التي عمرها (٨) أيام أو اكثر في امعاء الجرذ اثناء النهار وهجرة امامية anterior migration في الليل ويحدث هذا في كل من الاصابات بدودة واحدة أو ديدان متعددة عندما تتغذى الجرذان ليلاً وتصوم نهاراً كما هو وتينها الطبيعي. ويمكن عكس نمط الهجرة تجريبياً فيما اذا اطعمت الجرذان نهاراً ومنعت من للوصول الى الطعام ليلاً. يمثل هذا النوع من الهجرة حركة هامة وحقيقية للدودة الشريطية في امعاء المضيف ولكن لم يتم التعرف على العوامل التي تبدأ هذه الهجرة على انه اقترح بان مرور الطعام أو النقصان التدريجي لمستويات الكلوكوز الحر في الامعاء يكون مسؤولاً عن تحفيز الهجرة الخلفية بينما قد تكون الهجرة الامامية على طول منحدر من الكلوكوز أو مادة اخرى كمادة الصفراء أو بدلاً من ذلك يمكن ان تتم الحركة الخلفية ببساطة بصورة منفعلة passive اي ان الديدان تنجرف مع الطعام الى الخلف بواسطة الحركة الدودية peristalsis وعندما تكون في الجزء السفلي من الامعاء فربما ان الديدان تميز عدم ملائمة، يحيط بها وتهاجر بصورة فعالة الى الامام الى منطقة الاثنى عشري. بالتأكيد بها تنمو ببطء في النطقة الخلفية من الامعاء مقارنة بالمناطق الامامية. لايعرف فيما اذا كان هذا النوع من هجرة التغذية النهارية

موجوداً بصورة شائعة في الطفيليات التي تعيش في المعي . (الاكثر احتمالاً انها موجودة في الطفيليات التي لاتلتصق بشدة بمخاطية امعاء المضيف) .

1. PARASITES THAT INHABIT THE HOST ALIMENTARY CANAL:

A. MOUTH → STOMACH → SMALL INTESTINE → MIGRATION TO FAVOURED LOCATION WITHIN GUT OR ASSOCIATED STRUCTURES.
INTESTINAL MUCOSA (*Hymenolepis nana*)

e.g. Most Digenea and Acanthocephala
Most Cestoda.

B. Nematoda:

MOUTH → STOMACH → SMALL INTESTINE → INTESTINAL MUCOSA → SMALL INTESTINE (*Nematospiroides dubius*)

SMALL INTESTINE → BLOOD SYSTEM → LIVER → LUNGS → OESOPHAGUS → STOMACH → SMALL INTESTINE (*Ascaris lumbricoides*)

C. Nematodes that invade via a skin-penetrating larva: e.g. hookworms of man

SKIN → BLOOD SYSTEM → HEART → LUNGS → TRACHEA → OESOPHAGUS → STOMACH → SMALL INTESTINE

2. PARASITES THAT INHABIT HOST TISSUES:

A. Adult and larval Digenea that invade via a skin-penetrating cercaria:

SKIN → SUBDERMAL TISSUE → BLOOD →
- MUSCULATURE (*Posthodiplostomum in fishes*)
- BRAIN (*Diplostomum phoxini* in fishes)
- EYES (*Diplostomum spathaceum* in fishes)
- LUNGS (*Paragonimus* in man)
- LUNGS → LIVER → HEPATIC VEINS → MESENTERIC VEINS (*Schistosoma mansoni* in man)

3. Cestodes that invade via the mouth:

MOUTH → STOMACH → SMALL INTESTINE → LYMPH / BLOOD SYSTEM → LIVER OR LUNGS

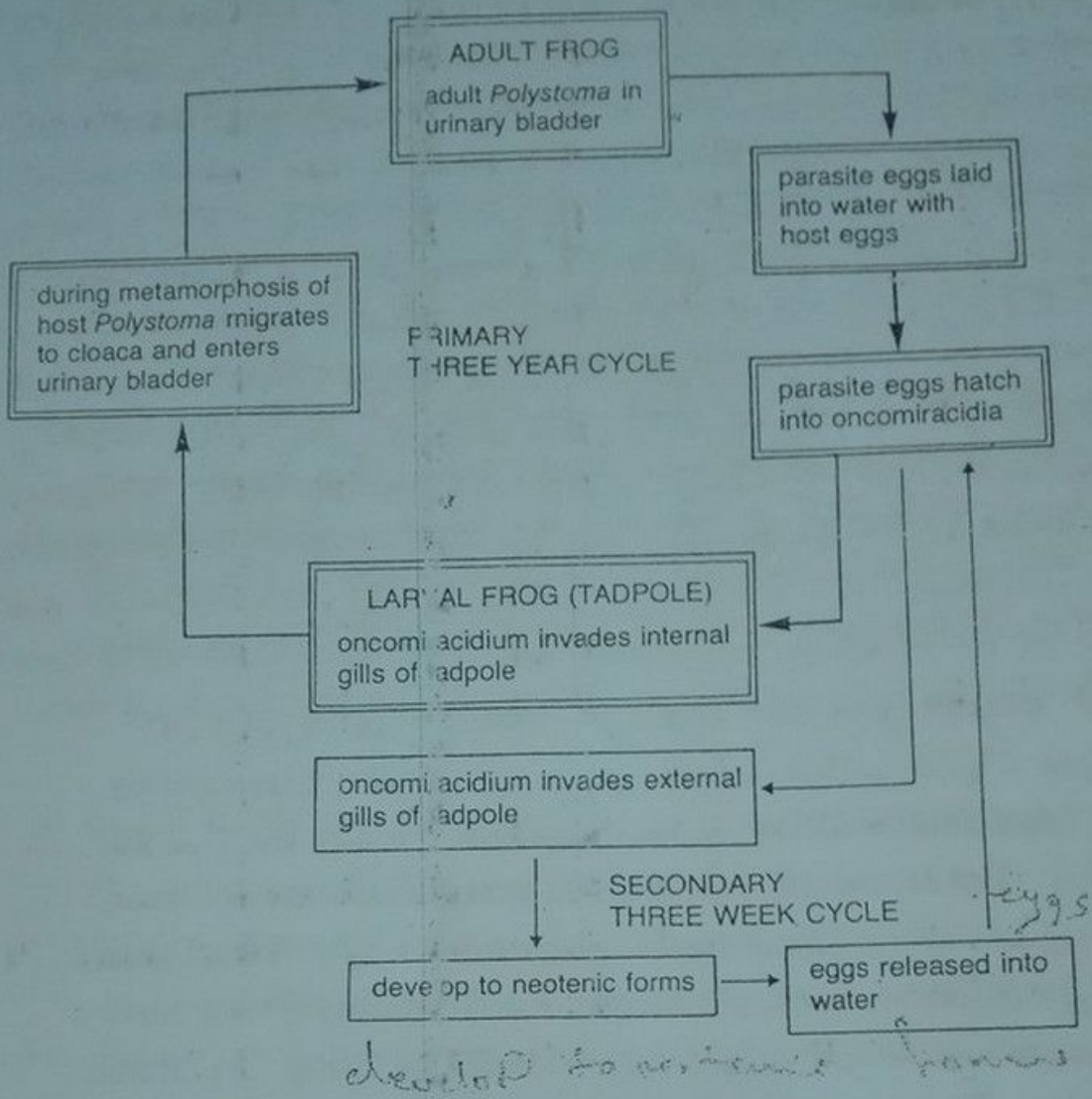
e.g. *Echinococcus granulosus* in man

شكل ٨ ـ ٤ نماذج شائعة من الهجرات الطورية داخل المضائف الفقرية

انتقاء الموقع وتمييزه

لاتستقر معظم الطفيليات المعدية عند موقع دخولها الى المضيف بل تهاجر الى مكانها المناسب . اضف الى ذلك فانه يظهر ان معظم الطفيليات لها خصوصيتها في اختيار موقعها ونادراً يواجه الواحد تطفلاً في موقع خارج ectopic parasitism في المضيف الطبيعي . توحي تلك الحقائق بشدة بان هجرة الطفيلي من موقع دخوله الى موقعه الاخير هو حدث موجه يشتمل على مساهمة فعالة للطفيلي نفسه . ان وجود الهجرة في كل مكان وفي كل وقت مترافق مع اختيار الموقع من الوجهة المثالية يجب ان يسمح لنا بنظرة فاحصة في الميكانيكيات المعينة في عمليات التعرف او تمييز المكان والاستقرار فيه لسوء الحظ ليست هي الحالة فنحن نعرف القليل جداً حول الاشارات الوظيفية التي تقود طفيلي مهاجر الى موقعه المفضل .

ان الهجرة بعد الاستقرار هي شيء مألوف في المثقبات الوحيدة المنشأ Monogenea. فهنالك العديد من مثقبات الغلاصم للاسماك تغير موقعها على الغلاصم حالما تستقر الاونكوميراسيديوم oncomeracidium كما في حالة **Tetrancnus monenteron** و **Diplectamum equans** و **paradoxum** Diplozoon . والـ **Discocotyle sagittata** . ان تحليل نماذج انتشار **Discocotyle sagitlata** والـ **Diclidophora merlangi** على غلاصم اسماك trout والـ whiting بالتعاقب تبين بوضوح انحرافاً عن المتوقع فيما اذا كان الاستقرار والاقامة عمليات عشوائية فتلك الطفيليات تختار بصورة فعالة وتهاجر الى منطقة خاصة في الغلاصم عادة على الغلاصم الاكثر قربا من الناحية الامامية . توجد حالة خاصة في الطفيلي **Polystoma integerrimum** الذي يتطفل على البرمائيات فعندما يكون كدودة يافعة juvenilc فان الطفيلي يعيش في الغلاصم الداخلية للدعموص tadpole واثناء التحول الشكلي metamorphosis المضيف فانها تهاجر على طول السطح البطني الخارجي للمضيف الى المجمع حيث تدخل الى المثانة البولية وتستقر كدودة بالغة . ان النضوج الجنسي في Polystoma يتزامن مع تحرر انطلاق الكوتاد تروفين gonadotrophin من قبل المضيف وبذلك يضمن بان انطلاق البيوض من الطفيلي في الماء يتم في الوقت الذي تكثر فيه يرقات الضفادع . تتكون يرقات جديدة خصبة fertile neotenic من Polystoma عند اصابة الغلاصم الخارجية للدعموص وتحدث دورة ثانوية من النمو (شكل ٨ ـ ٥) قد يكون الحافز الذي يسيطر على هجرة اليافعات من الغلاصم الى المثانة البولية ذاتياً حيث ان اليرقات الموضوعة على دعاميص اثناء استحالتها تهاجر اولاً الى الغلاصم ثم بعد ذلك الى المجمع .



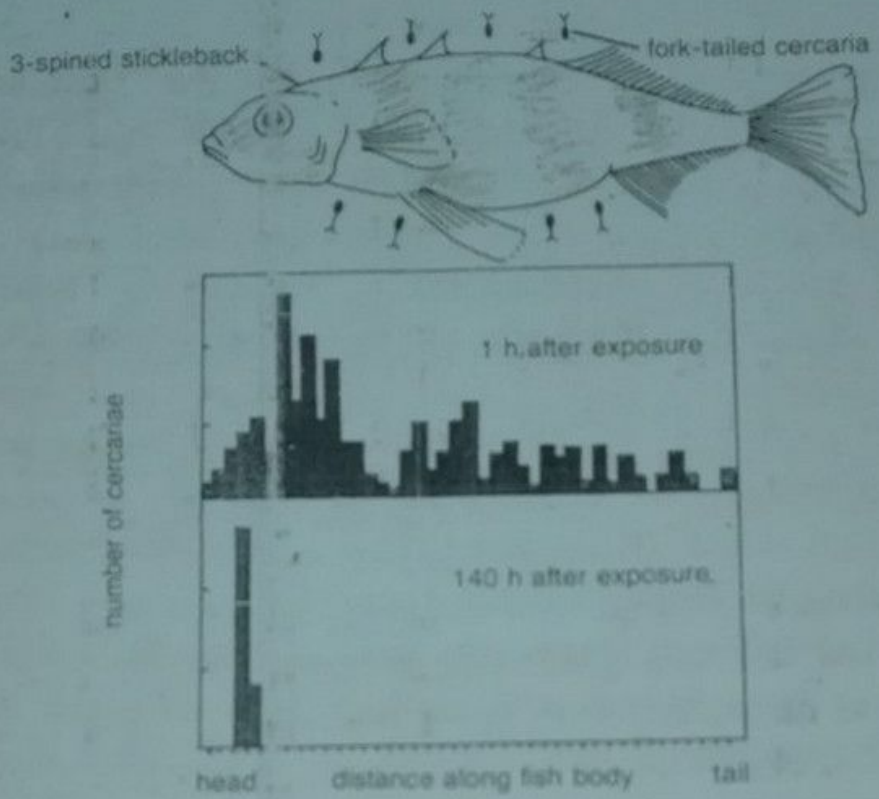
شكل ٨ ـ ٥ انتقاء المكان والهجرة في **Polystoma integerrimum** في البرمائيات . تؤدي الدورة القصيرة الثانوية الى انتاج يرقات **neotenic** لـ .**polystoma** وتنشأ عندما تصيب الاونكوميراسيديا الدعموص في مرحلة الغلاصم الخارجية فقط . تنضج الاونكوميراسيديا المنتجة بهذه الطريقة بعد ذلك بالطريقة الطبيعية بواسطة الدورة الاولية .

تتطفل معظم المثقبات الثنائية المنشأ على المعي وتراكيبها الملحقة في الفقريات لايعرف الا القليل عن قدرتها على انتقاء المواقع ولكن يمكن الافتراض بان هذا الجانب من وظيفتها متطور بشكل عال . كما يتضح من نماذج انتشارها داخل المضيف . تفقس المثقبات الثنائية المنشأ المتهمة او المتناولة او تتخلص من كيسها في الجزء العلوي من الامعاء الدقيقة حيث يوجد الكثير من الانزيمات المحللة للبروتين . proteases واملاح الصفراء ومن هناك فانها تهاجر الى اجزاء اخرى في المعي وتشتمل المواقع المفضلة للمثقبات الثنائية المنشأ على المعدة (Otodistomum في الاسماك الغضروفية والـ Hemiurns و Derogenes في

الاسماك العظمية) الاثنى عشري (Centrovitus و Glypthelmins و Loxogenes في البرمائيات Mesocoelium في الزواحف و Acanthoparyphium في الطيور Nudacotyle ، و Alaria في اللبائن) الجزء الخلفي من الامعاء الدقيقة (Lasiotocus في الاسماك العظمية و Plagioxchis و Echinostoma في الطيور ، و Echinostoma في اللبائن) المستقيم (Stephanostomum و Zoogonoides و Podocotjle في الاسماك العظيمة و Diplocliscus في البرمائيات) اعورا الامعاء (Catatropis و Postharmostomum والـ Notocotylus في الطيور) وتشمل المواقع الاخرى التي تصاب ولو انها اقل شيوعاً على الفم والتجويف الفمي (Plagiorhidae). الرئتين (parogonimus) انابيب اوستاكي (Halipejns) القنوات البنكرياسية (Eurytrema) واجزاء من جهاز الدوران (Schistosome Sanguinicolidae) يتضح من الامثلة اعلاه بان الهجرة الى الموقع النهائي تكون عادة شاملة وربما تتطلب حركة الطفيلي ضد جريان القناة الهضمية او الدم وبالرغم من ان العديد من تلك الهجرات موثقة جيداً لا يعرف الا القليل عن الميكانيكة الوظيفية المعنية .

من المعروف ان بعض الادوار اليرقية الطفيلية للمثقبات الثنائية المضيف تقوم بهجرات واسعة داخل مضائفها الوسطية وتتصف بذلك كل من الادوار الموجودة داخل المضيف الرخوي (الميراسيديا والاكياس البوغية والريديات) والمراحل التي تعيش في الفقريات (السركاريات والشياسركاريات) فيرقات Strigeids من عائلة Diplostomatidae يمكنها الهجرة لمسافات بعيدة في مضائفها من الاسماك . يمكن ان تخترق السركاريات المشطورة الذنب السمكة في اي جزء من جسمها حيث تفقد ذنبها وتهاجر الى اعضاء خاصة قد تكون على مسافة بعيدة عن الموقع الاول للاختراق . تتكيس مشياسركاريا **pothodiplostomum cuticola** في عضلات الجسم الخارجية والـ **Diplostomum spathaceum** في عدسة العين والـ **D.gasteroste** في نسيج الشبكية والـ **D. phoxini** في بطينات الدماغ للمضيف الخاص بكل منها . توضح الدراسات على السركاريا **D** التي ربما تكون **D. spathaccum** بان الهجرة يمكن ان تحدث عن طريق جهاز الدوران والجهاز اللمفاوي وخلال الانسجة وتضيف ان اليرقات التي لاتصل الى عضوها الهدف خلال ٢٤ ساعة تقريبا من اختراقها للاديش (شكل ٨ـ٦) .

تعيش كل الديدان الشريطية البالغة في معي المضيف الفقري وان اختيار موقعها داخل المعي معروف لعدد قليل من الانواع فقط .



شكل ٨ ـ ٦ اختراق المضيف والهجرة بواسطة اليرقات لثنية ذاتية المنشأ الذي تتطفل الميتاسركاريا التابعة له على عيون اسماك المياه العذبة تسجل الهستوكرامات انتشار هجرة اليرقات المتطفلة داخل جسم السمكة في زمنين بعد التعرض الاختباري للسركاريا . قدرت اعداد اليرقات المهاجرة من مقاطع مجهرية مستعرضة متسلسلة من السمكة يعتقد ان اليرقات التي فشلت في الوصول الى العين خلال ٢٤ ساعة انها غير حية .

توجد معظم الديدان الشريطية في الامعاء الدقيقة أو العضو المماثل الذي يقع مباشرة الى الخلف من فتحة المعدة واحياناً في اعضاء اخرى مثل **Hymenolepis microstoma** في القناة الصفراوية للفئران والـ **H faus** في اعور البط . وفي داخل الامعاء نفسها تفضل الدودة الشريطية منطقة معينة للالتصاق ولو ان هذه الافضلية الظاهرة يمكن ان تتغير حسب القاعدة النهارية أو اليومية diurnal basis كما شاهدنا مع **H.diminuta** . تتخلص **Raillietina cesticillu** من كيسها في معي الدجاج بالقرب من فتحة قناة الصفراء في الاثني عشري واثناء نمو وتطور الدودة خلال السبعة عشر يوماً التالية يتغير موقع التصاقها باتجاه خلفي وبذلك فان الدودة الكاملة تعيش في منطقة ٢٥ سم الى الخلف من فتحة قناة الصفراء . وتهاجر الديدان **H-diminuta** المنقولة الى الجزء المفضل من الامعاء الدقيقة بغض النظر عن المكان الذي نقلت اليه ولكن في هذا النوع فان فكرة

الموقع المفضل تتعقد بوجود هجرة تغذية يومية . تعيش الدودة الشريطية **Protocephalus filicollis** في الاسماك في المستقيم عندما تكون غير ناضجة وفي الامعاء عند بلوغها فكل تلك الانواع الثلاثة من الديدان الشريطية اعلاه توضح هجرات تطورية وقدرة واضحة في انتقاء الموقع . في ديدان شريطية اخرى فان موقع الالتصاق يحدده التركيب المظهري للرأس scolex وعلاقته مع التركيب المظهري لمخاطية امعاء المضيف كما يتضح في نوعين من الديدان الشريطية التي تتعايش في امعاء سمكة القوالع (Raia radiata) rays وهما Pseudoanthobotherium التي لها محاجم ذات شكل كاس عميق توجد في الحلقات الثلاثة الامامية فقط للصمام الحلزوني المعوي حيث تكون الزغابات طويلة وتمتلك Phyllobotherium رأساً اكثر سطوعاً وورقياً ويلتصق الى الحلقات الخلفية فقط للصمام الحلزوني الذي يمتلك زغابات قصيرة .

قد تكون يرقات الديدان الشريطية اقل تخصصاً في انتقائها للموقع حيث انها تعيش غالباً في تجويف الجسم أو عضلات المضيف الوسط . ففي حالة الدودة الجيبية المشوكة **Echinococcus granulosus** تنمو الاكياس المائية hydatid cyst في اول موقع ملائم يصادفها بعد اختراق جدار الامعاء ولو ان ذلك يعتمد جزئياً على طريق الهجرة الذي يسلكه الجنين (ان كان جهاز الدوران أو الجهاز اللمفاوي) .

تعيش جميع الديدان الشوكية الرأس Acanthocephala البالغة في معي الفقريات وتلتصق على المخاطية وتخترق المخاطية بواسطة خطم مسلح . ان الخطم نفسه له القابلية على الانكماش بصورة حرة وبذلك يوجد احتمال للحركة وتغير المكان داخل معي . ولكن لم يلاحظ ذلك عدا اصابات متزامنة من Moniliformis مع Hymenolepis وكذلك Neoechinorhynchus مع Prorocephalus ويبدو من المشاهدات حول وجود الديدان الشوكية الراس في الاصابات الطبيعية أن من المحتمل أن لكل نوع موقعاً مفضلاً في القناة الهضمية للمضيف . توجد بعض الانواع في المعدة وخاصة في الاسماك (**lucii**) **Acanthocephalus** في الـ perch والـ **Acanthohynchus borcalis** في Lota و Silurus) ولكن في معظم الاحيان تعيش في الجزء العلوي في الامعاء (Acanthocephalus و Neoechinorhynchus و Pomphorhynchus Polymorphus minutus, Moniliformis dubies ، rciuae) أو الاجزاء الخلفية بضمنها الامعاء الغليظة ، الاعور في الطيور والمستقيم في الاسماك وتعيش يرقات الديدان الشوكية الرأس في تجويف الجسم لمضائفها الوسطية من اللافقريات ولكن لايعرف الى اي مدى تقوم باختيار موقع خاص داخل التجويف الدموي .

تتطفل الديدان الخيطية على عدد كبير من الاعضاء في اللافقريات والفقريات ويظهر ان كل نوع يمتلك متطلباته الخاصة فيما يخص المواقع التي يختارها فكثير من الدراسات المقتبسة من Schad عام ١٩٦٣ توضح بشكل جلي بان عدة انواع لها علاقة قريبة من الديدان الدبوسية من جنس Tachygonetria يمكن ان تتواجد معاً في داخل قولون السلاحف turtles بتأثير اختلافها في نوعية الموقع مع ابتعادهم في احتياجاتهم الغذائية وطريقة التغذية وبحثت دراسات اخرى قليلة نوعية الموقع في الديدان الخيطية بمثل هذا التفصيل . يتضح من تفضيل العديد من الديدان الخيطية لنماذج معقدة من الهجرة حول جسم المضيف انها يجب ان تكون قادرة على التمييز والاستجابة لحوافز متسلسلة مختلفة مسؤولة عن تطورها وانها قادرة على انتقاء الموقع الذي تستقر فيه بشكل فعال .

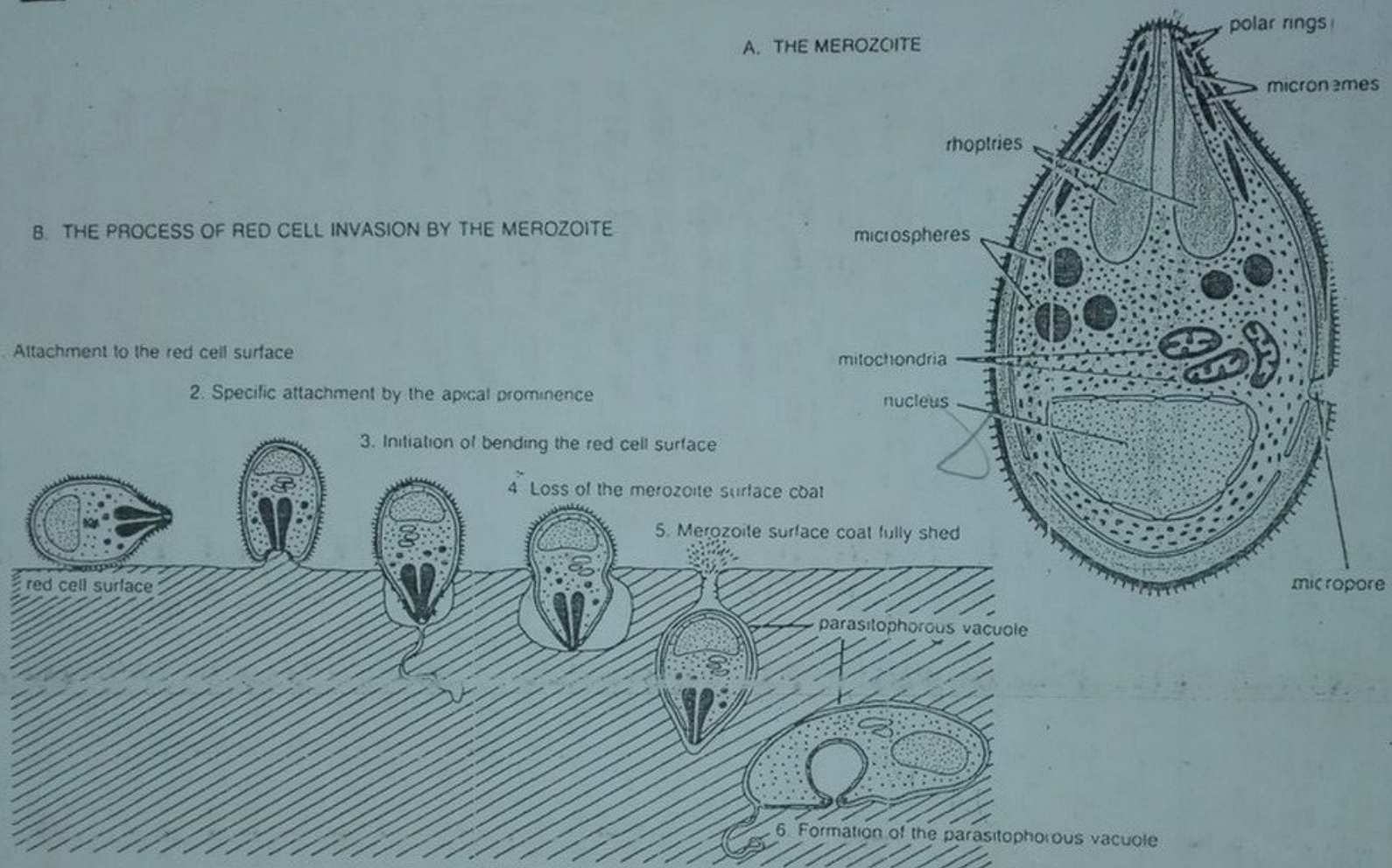
لقد اهمل الموضوع العام لاختيار الموقع في الطفيليات كثيراً من قبل المختصين بعلم الطفيليات الى المدى بان وضعاً بسيطاً للمواقع التي توجد فيها الطفيليات عادة بصورة طبيعية كان مهماً وغير دقيق غالباً . وهناك حقل كامل في فسيولوجيا الطفيلي متروك في الوقت الحاضر والذي من المنتظر ان يكشف بعض الجوانب المهمة في تفاعل المضيف والطفيلي . ان اهم الاسئلة الجوهرية التي تحتاج الى جواب هي .

١ – ماهي العوامل التي تسمح أو تمنع اقامة طفيلي في موقع خاص في جسم المضيف .
٢ – كيف تختار الطفيليات الاوساط المناسبة لاستمرار نموها .

اصابة انسجة المضيف

من الممكن تمييز نوعين منفصلين من عمليات الاصابة في تاريخ حياة العديد من الطفيليات يشتمل النوع الاول على دخول الطفيلي الى جسم المضيف بينما يحدث النوع الثاني عندما يصيب الطفيلي الانسجة الخاصة للمضيف الذي يستقر فيه وهكذا فان الاصابة الثنائية b phasic invasion هو مايميز طفيليات الانسجة ولكن ليس بالضرورة ان يشمل ذلك طفيليات لمعي التي تعيش في التجويف . تشتمل الامثلة الواضحة لطفيليات تحتوي على عمليات اصابة متميزة طفيليات الملاريا والبابيزيا التي تصيب كريات الدم الحمر والكوكسيديا والديدان الخيطية والديدان الشريطية التي تصيب المخاطية والمنشقات التي تصيب جهاز الدوران والمثقبيات التي تصيب الجهاز العصبي .

لقد تركزت الاهتمامات الحديثة على اصابة كريات الدم الحمر للحيوانات اللبونة والطيور بطفيليات الملاريا والنسيج الطلائي المعوي بطفيليات الكوكسيديا تشير الدلائل المتجمعة الى درجة عالية من الخصوصية في هذه الاصابة الثانوية وقد يكون لهذه الصفة اهمية في تحديد حضوصية نوعية المضيف لطفيليات معينة تصيب طفيليات الملاريا (البالازموديم plasmodium) الجهاز الدموي للفقريات كبويغ اثناء تغذية بعوضة مصابة على دم المضيف لاتبقى البويغات في دم اللبائن المحيطى لمدة طويلة لكنها تصيب نسج الكبد حيث تتكاثر لاجنسياً بطريقة الانفلاق Schizogony مؤدية الى انتاج الميروزويتات merozoites وهذه بدورها تنطلق الى الدم وتصيب كريات دم الحمر للمضيف حيث تبدأ دورة تكاثر لاجنسي اخرى ان الميكانيكيات التي بواسطتها تعين الميروزويتات مكانها وتخترق الكريات الحمر معقدة وغير مفهومة بالكامل . يحاط الميروزويت بغلاف سطحي سميك يفقده اثناء اصابة الكرية الحمراء وهذا الغلاف السطحي يحمل شحنة سالبة ومغطى بخيوط دقيقة تستخدم في الالتصاق الاولي للطفيلي الى خلية المضيف يمكن ازالتها تجريبياً بمعاملتها مع انزيمات proteases . هناك بروز مخروطي في النهاية الامامية للميروزويت يحتوي على عضيات معقدة (الروبنزات rhoptries الخيوط الدقيقة micronemes ، الحلق القطبي polar rings ، الاجسام الدقيقة microbodies) تختفي تلك العضيات بعد فترة قصيرة من اتمام عملية الدخول الى الكرية . تبدأ العملية الحقيقية للاصابة عندما يلتصق الميروزويت على سطح الكرية الحمرا بواسطة الخيوط السطحية وتلتصق قمة الميروزويت مباشرة الى سطح خلية المضيف (شكل ٨ ـ ٧) وهذا الحدث الاخير يسبب انحناءً موقعياً في غشاء كرية الدم ولما كان سطح كل من الطفيلي وخلية المضيف يحمل شحنة سالبة فان الالتصاق الأولي يجب ان يعتبر كعملية حبس captive process تتغلب على التنافر المستقر الكهربائية الالكتروستاتي الطبيعي natural electrostatic repulsion للخليتين وبتقدم أو باستمرار الدخول يبعج غشاء الخلية ويعتقد ان هذا يعود الى انطلاق مواد من rhoptries والـ micronemes وهكذا فانه لايوجد اختراق لغشاء كرية الدم وان الطفيلي يلتهم ويصبح داخل مااصطلح عليه الفجوة الحاملة للطفيلي parasitophorous vacuole محاطة بغشاء كرية الدم . ان عملية الدخول كلها قد تكون سريعة جداً مثلا في الطفيلي **Plaomodium knowlesi** تستغرق مايقرب الدقيقة ان ميكانيكية تكوين هذه الفجوة غير معروفة ولكن تم عزل بروتين غني بالهستدين histidine من مراحل مختلفة من الطفيلي **P.lophurae** وهذا يحفز على حدوث تكوين cupping لاغشية كرية الدم بتراكيز قليلة في الزجاج وتحلل الغشاء في تراكيز عالية ولكن يبقى بحاجة الى توضيح فيما اذا كانت العضيات القمية للميروزويت تفرز مثل هذا البروتين . ويظهر ان غطاء سطح الطفيلي المنسلخ بسد فتحة الفجوة الحاملة للطفيلي يساعد ايضاً على حركة الطفيلي



شكل ٨ ـ ٧ اصابة كريات الدم الحمر بواسطة طفيليات الملاريا .
معاد رسمه عن Bannister .L.H (١٩٧٧)
(أ) الميروزويت
(ب) مراحل دخول الميروزويت داخل كرية الدم الحمراء .
١ ـ التعلق على سطح الكرية الحمراء .
٢ ـ التعلق بواسطة البروز التي .
٣ ـ بداية انحناء غلاف الكرية الحمراء .
٤ ـ فقدان غلاف الميروزويت
٥ ـ اكتمال نزع غلاف الميروزويت
٦ ـ تكوين الفجوة الحاملة للطفيلي

الى داخل كرية الدم وعندما تكتمل عملية الدخول يتحول الميروزويت الى دور فقدِ يبقى داخل الفجوة .

هناك ادلة بان انبعاج خلايا المضيف شائع الحدوث اثناء اصابة النسيج بالعديد من الطفيليات الابتدائية وربما تعتبر طريقة مميزة للاصابة في كل البوغيات sporozoa وطفيليات الكوكسيديا . تصيب البابيزيا Babesia والايميريا Eimeria والقوسات Toxoplasma عن طريق الانبعاج في تلك الاجناس تتحطم الفجوة المتكونة بعد فترة قصيرة من الاصابة مؤدية الى تماس مباشر بين الطفيلي وسايتوسول cytosol خلية المضيف . لقد اقترح عن ذلك بان طفيليات القوسات تصيب الغشاء الطلائي لخاطية المضيف بواسطة تحفيز الالتهام phagocytosis ومن ثم تجنب عملية الهضم اللاحقة ولكن مثبطات الالتهام مثل colchicine والـ cytochalasin لاتمنع الاصابة مالم يعامل الطفيلي نفسه بشكل مباشر مما يوضح ان عملية الاصابة بالميروزويت هي فعالة . وبنفس الطريقة تميز ميروزوتيات طفيليات البلازيوديوم وتلتصق على كريات الدم الحمر وكذلك تظهر الايميريا Eimeria من بين طفيليات الكوكسيديا افضلية خاصة للخلايا الطلائية المعوية الى درجة بحيث ان البويغات تنمو فقط في خلايا القناة الهضمية بغض النظر فيما اذا كان موقع دخولها الى جسم المضيف عن طريق الدم intravenous أو داخل العضلات intramuscular أو داخل البريتون intraperitoneal أو الحقن زرقاً parenteral injections لايعرف الا القليل عن اصابة النسيج الطلائي للمعي في الجسم الحي ولكن هناك معلومات كثيرة معقدة على دراسات في الزجاج فطفيليات الايميريا Eimeria في الوسط الزرعي تصيب وتنمو في خلايا من (١٧) مضيفاً مختلفاً على الاقل ويظهر ان الدخول الى تلك الخلايا عملية فعالة وسريعة . ان دور العضيات الفمية في هذه العملية غير واضح وهناك جدال فيما اذا كانت بويغات الايميريا Eimeria تلتهم من قبل خلية المضيف أو فيما اذا كانت تحفز بصورة فعالة عملية الالتهام وتوحي معالجة الاوساط الزرعية الخلوية بادوية ضد البلعمة بان الحدث الاخير هو الذي يحصل .

يعتمد تمييز خلية المضيف الائمة من قبل طفيلي نسيج على مستقبلات السطح الواقعة على غشاء خلية المضيف وربما تكون هناك مستقبلات متخصصة للالتصاق واخرى متخصصة للاصابة حيث ان ميروزويتات البلازموديوم تلتصق على انواع مختلفة الخلايا لكنها تصيب الكريات الحمر فقط . لاتتأثر اصابة الكريات الحمر بطفيليات الملاريا بواسطة المعالجة بالـ neurominidase لكنها تختزل بواسطة معالجة الكريات الحمر بالـ proteases والـ Concanaralin A وملزن بذرة

الحنطة Wheat germ ayglutinin . على الرغم من بقاء الطبيعة الكيمياوية للمستقبلات السطحية محيرة فمن الواضح بانها مكونات متغيرة تفقد بسهولة أو تصبح متعادلة .

لم تبحث اصابة الديدان الطفيلية للانسجة بشكل داف ولايعرف الا القليل حول عمليات التمييز أو الاصابة . لايعرف فيما اذا كانت الديدان تصيب خلايا المضيف بواسطة طريقة الانبعاج أو الاختراق الباشر .

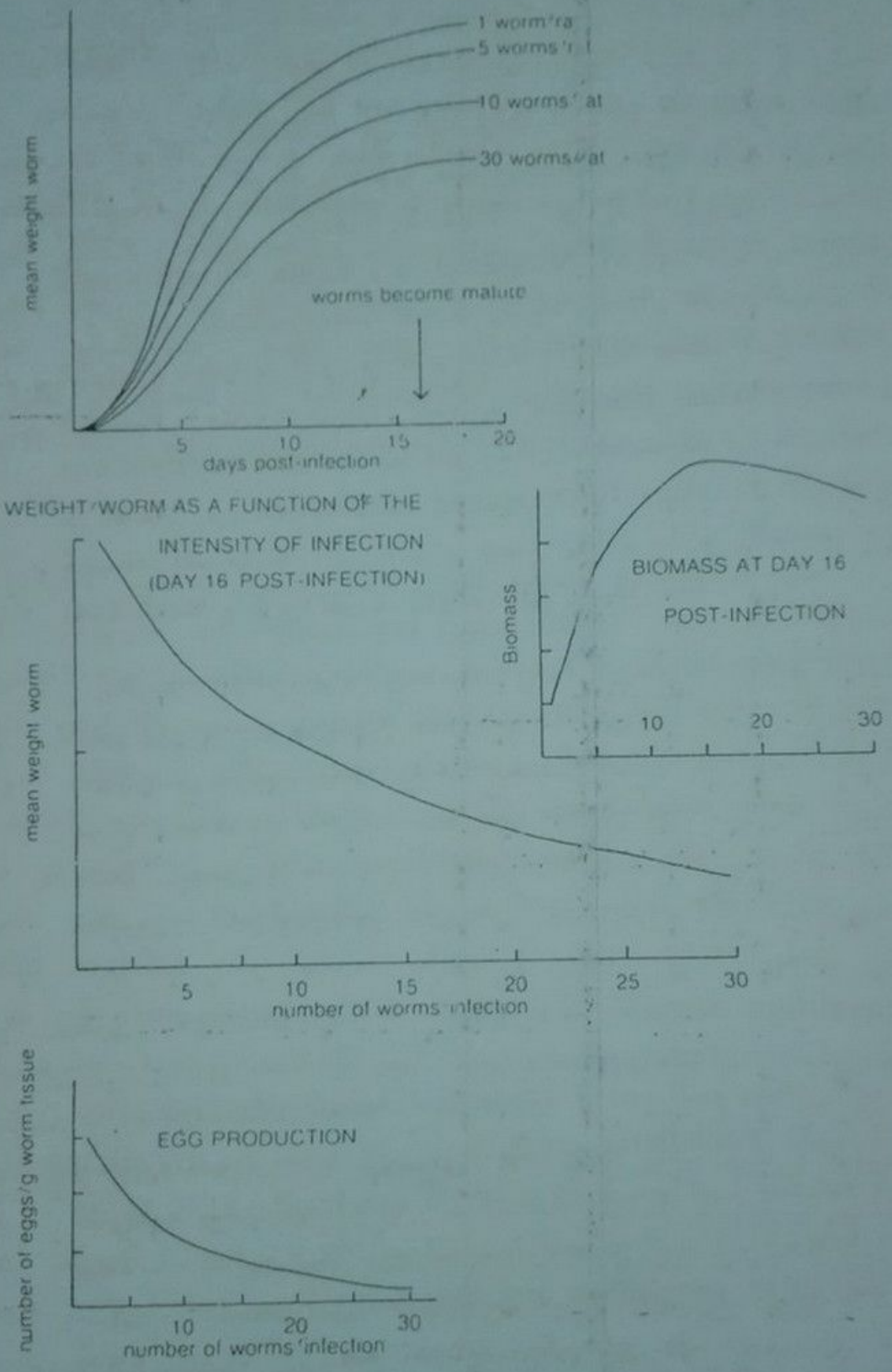
العوامل المثبطة لنمو وتطور الطفيلي :

تأثير الازدحام :

ان ازدحام نوع واحد من الطفيليات داخل أنسجة المضيف او داخل المعي قد يؤدي الى اختزال في معدل نموها وحجمها وخصوبها لقد وضعت أمثلة قليلة حول تأثير الازدحام ومع ذلك فانه يبدو بانه ظاهرة شائعة بين الديدان .

ان أحسن مثال معروف حول الازدحام هو **Hymenolepis diminuta** فعندما تنمو هذه الدودة الشريطية في الجرذان بكثافات وتحت سيطرة جيدة تنبثق علاقة واضحة بين شدة الاصابة والاختزال في معدل النمو وأكبر وزن للدودة والطول وانتاج البيض (شكل ٨ ـ ٨) مع ذلك فان أية زيادة في عدد الديدان ليس له تأثير حول معدل نضوج **H. diminuta** وان انتاج البيض يبدأ دائماً في اليوم السادس عشر بعد الاصابة ولايوجد حتى الآن تفسير لتأثير الازدحام في هذه الدودة ولكن يعتقد بان التنافس على الحيز او المكان وعلى الاوكسجين والمغذيات الاساسية مثل الكلوكوز كلها عوامل محتملة او فضلاً عن ذلك فان انتاج السموم toxins او مثبطات النمو growth inhibitors من قبل الدودة قد يكون مسؤولاً وان الاستجابة المناعية للمضيف قد تكون معنية بشكل مباشر او غير مباشر . ان ازدحام **H. microstoma** في قناة الصفراء للفارة يؤثر على تلك الديدان بطريقة مشابهة .

لقد لوحظ ان تأثير الازدحام في بعض انواع الديدان الخيطية المتطفلة مثلاً يختزل طول الدودة البالغة **skrjabingylus nasicola** التي تعيش في الجيوب الانفية nasal sinuses لابن عرس weasels (**Mustela nivalis**) في الاصابات شديدة الكثافة كما ان الاصابات بالدودة **Ancylostoina caninum** في الكلاب هي أيضاً معرضة لتأثير الازدحام .



٨ ـ ٨ تأثير الازدحام في الدودة الشريطية H. diminuta بالاستناد على معلومات من Smyth, J.D (١٩٦١).

التفاعلات بين الانواع :

قد تحدث التفاعلات بين الطفيليات المتعايشة من الانواع المختلفة ويمكن ان تؤدي الى اختزال نمو وخصوبة الطفيلي وقد يصاحبها او يرافقها أيضاً تغيرات في اختيار المكان. تؤدي الاصابات المختبرية المتكررة للجرذان بالديدان **Monilliformis dubis** والـ **H. diminuta** الى تحديد واضح في انتشار كل نوع داخل الامعاء الدقيقة للجرذ وكذلك اختزال حجم النوعين (تظهر الدودة الشريطية اختزالاً أكثر في هذه العلاقة). وربما توجد نفس الحالة في الاصابات الطبيعية. مثال: فوجود الديدان **protocephalus filicollis** ونوع من Neoecbinorhynchus معاً تغير بشكل متبادل موقع كل منها في القناة المضمية في الاسماك من three-spined stickleback وبذلك فان كل نوع يتحدد بمده كنتيجة للتفاعلات بين الانواع وهذا يعرف بالمنع التنافسي competitive exclusion ولكن لاتعرف العوامل التي تسبب ذلك.

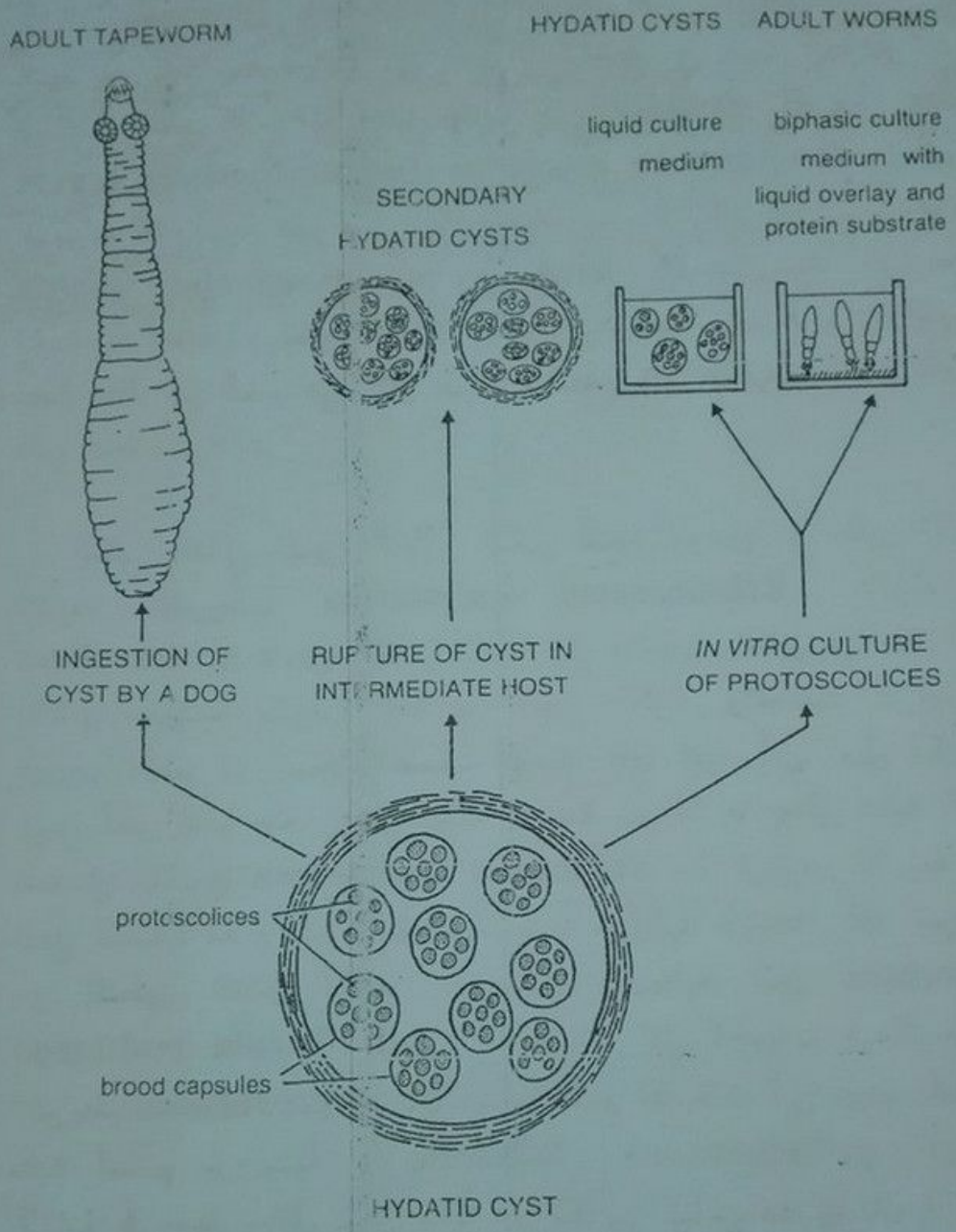
قد توجد أصناف اخرى من التفاعلات بين الانواع بين الطفيلي ومضيفه مثال التغيرات في حجم وخصوبة الطفيليات بالنسبة لعلاقتها مع حجم وجنس ومضائفها والاكثر من ذلك قد ينمو نوع واحد من الطفيليات ويتطور بشكل مختلف تماماً في انواع متعددة من المضائف. ان مثل هذه التفاعلات تشتمل على عوامل وظيفية مختلفة تتضمن الاستجابة المناعية للمضيف، حالته المناعية وكذلك الظروف الكيمياوية الفيزياوية التي تحفز او تحدد استقرار ونمو الطفيلي.

طرز النمو المتغيرة :

تمتلك الديدان المسطحة قدرة مدهشة في عدم النمو والتمايز تحت ظروف غذائية قاسية وتتصف بذلك كل من المعكرات turbellaria الحرة المعيشة والديدان الشريطية ولكن لايعرف فيما اذا كانت تتصف به ايضاً المثقبات الوحيدة المنشأ او المثقبات الثنائية المنشأ. يعرف عدم النمو في الديدان الشريطية destrobilation حيث يتم التخلص من معظم الاسلاك proglottids تاركة فقط الرأس ومنطقة الرقبة ملتصقة الى سطح المخاطية ويمكن تمييز هذه العملية في الحيوانات المختبرية بحرمان المضيف من الكاربوهيدرات. وقد تم توضيح ذلك في **Raillietina cesticillus** والـ **Davainea proglottina** كما شوهدت هذه الظاهرة بصورة طبيعية في Dibotheriocephalus في الدببة عند تغير غذاء المضيف قبل السبات.

ان تساقط الاسلات صورة طبيعية قد يكون شائعاً في الديدان الشريطية التي تعيش في الحيوانات التي تسبب hibernate حيث تعمل كاستجابة لقضاء فصل الشتاء overwintering response من قبل الطفيلي. ربما يحفز الحرمان التجريبي للكاربوهيدرات الى اختزال واضح في حجم الدودة الشريطية بدون تساقط واضح للاسلات. هذا يحدث في **H. diminuta** والـ **H. citellis** و **Lacistorhynchus tenuis Oochoristica symmetri** وتعكس العديد من الديدان الشريطية على توفر الكاربوهيدرات. لاتمتلك ديدان شريطية اخرى مثل **schistocephalus solidus** والـ **H. naua** مثل هذه الدرجة العالية من الحساسية لنفاذ او نضوب المواد الكاربوهيدراتية. ان الديدان الشريطية التي لها معدل عال من النمو هي اكثر حساسية لنقص الكاربوهيدرات من تلك الانواع التي تنمو ببطء.

المظهر الثاني للنمو والتطور القابل للتغير موجود في تطور الاكياس العذرية للدودة الشريطية **Echinococcus granulosus**. فالرؤوس الابتدائية protoscolices داخل الكيس قادرة على التطور والتمايز في احد الاتجاهين حسب الاشارة البيئية المتوفرة فاذا ما انفجر الكيس وانطلقت الرؤوس الاولية الى تجويف الجسم او انسجة المضيف الوسط فان كل رأس اولي يمكن ان ينمو الى كيس آخر تنمو فيه رؤوس اولية جديدة. وهذا ما يطلق عليه الاصابة بالكيس العددي الثانوي secondany hydatidosis اما الرؤوس الاولية التي قد تدخل المعي لمضيف ملائم فانها تنمو الى ديدان شريطية ناضجة. لقد شوهد نفس الشيء من التطور القابل للتغير في ديدان شريطية مثل **Taenia serialis** و **Taenia multiceps**. توحي الدراسات التي اجريت في الزجاج على الدودة الشريطية **E-granulosus** بان الحافز لنمو الاسلات الى دودة بالغة هو التماس مع مادة اساس بروتينية proteinaceous substrate. ان زرع الرؤوس الاولية في وسط سائل يؤدي دائماً الى تكوين اكياس عذرية ثانوية بينما التزود بمادة اساسها بروتين من الكيس العددي يحفز نوع الاسلات (شكل ٨ ـ ٩) تمثل قدرة الرؤوس الاولية لتصبح كياساً عددية ثانوية مشكلة خاصة للجراح ويجب عليه ممارسة اهتمام كبير اثناء استئصال الكيس ليمنع انفجاره وتحرر او انطلاق عدد هائل من الرؤوس الاولية. وبالرغم من ان الحوافز البيئية التي تسيطر على اتجاه نمو دودة **E granulosus** غير معروفة بصورة كاملة فمن الواضح بانه يحدث تفاعل معقد بين الجينات العاملة والكابحة عند التحول من اليرقة الى دودة بالغة او يرقة الى يرقة ثانوية.



شكل ٨ ـ ٩ نمو الرؤوس الاولية للدودة الشريطية *Echinococcus granulosus* في الزجاج وفي الحي . ان الرؤوس الاولية تنمو اما الى اكياس ثانوية او ديدان بالغة حسب الظروف المناخية المتوفرة . يعتقد ان ذلك يتم السيطرة عليه بمستوى الجينات العاملة . بالاستناد عن معلومات من Smyth, J.D (١٩٦٩) .

الانسلاخ في الديدان الخيطية :

ان بحث او دراسة مفصلة عن النمو وظاهرة الانسلاخ في الديدان الخيطية المتطفلة هو خارج مجال هذا الكتاب ويكفي هنا التأكيد بانه بسبب غطاؤها الكاتيني فان جميع الديدان الخيطية تنمو بمراحل واضحة وتنسلخ او تنزع عنها الكيوتكل بين كل مرحلة نمو هناك عادة خمس مراحل نمو مع اربع انسلاخات بين البيضة والدور البالغ وفي الديدان الخيطية المتطفلة فان اليرقة في الطور الثالث تكون عادة معدية للمضيف ويبقى كيوتكل الطور الثاني في بعض الانواع بعد الانسلاخ مكوناً غشاءاً واقياً حول اليرقة . يتم نزع الغشاء exsheathment في معي المضيف .

ملخص

١ ـ نوقشت ميكانيكيات فقس بيوض الطفيلي وخروج اليرقات المتكيسة في القناة الهضمية للمضيف . تتضمن الامثلة اكياس البيض oocysts في الابتدائيات والميتاسركاريات في المثقبات الثنائية المنشأ وبيوض ويرقات الديدان الشريطية والاكياس المشوكة cystacanth لشوكية الرأس وبيوض ويرقات الديدان الخيطية المحاطة بالغشاء . كما نوقشت اهمية انزيمات المضيف واملاح الصفراء والظروف الكيمياوية الفيزياوية للمعي في اللافقريات والفقريات في عمليات الفقس والتخلص من الكيس .

٢ ـ تختلف التأثيرات البايولوجية لاملاح الصفراء للمضيف على الطفيليات المستقرة ويعتقد ان تركيب الصفراء له دور مهم في تحديد نوعية المضيف للعديد من طفيليات المعي .

٣ ـ عند اصابة الطفيلي لمضيفه هناك غالباً تغيرات ايضية كبيرة في الطفيلي تتضمن التأقلم الحراري والتحول من المعيشة الهوائية الى اللاهوائية ولكن لايعرف عن الظروف الكيمياوية الحيوية التي تحفز تلك التغيرات .

٤ ـ بعد نجاح اصابة المضيف فان العديد من الطفيليات تهاجر داخل جسم المضيف قد تكون تلك الهجرات تطورية لها علاقة مع الانتقال الى المضيف التالي اولها علاقة مع نماذج التغذية .

٥ ـ تظهر الطفيليات المهاجرة درجة عالية في نوعية الموقع داخل المضيف وقد وضعت امثلة على انتقاء الموقع . ان الفسيولوجيا توجيه الهجرة وانتقاء الموقع غير مفهومة بشكل جيد .

٦ ـ تصيب العديد من الطفيليات انسجة ضائفها وتستقر داخل الخلايا . وضعت العمليات التي تشتمل على ذلك في طفيليات الملاريا والكوكسيديا .

٧ ـ ربما تغير التفاعلات بين الطفيليات من نوع واحد او انواع مختلفة النمو والخصوبة لمثل هذه الطفيليات الموجودة معاً . كذلك ربما يتغير ايضاً اختيار الموقع عندما تعيش الطفيليات في نفس المضيف .

٨ ـ تستجيب بعض الديدان الطفيلية للظروف القاسية داخل المضيف بواسطة التوقف عن النمو وهذه الظاهرة شائعة في الديدان الشريطية ويطلق عليها توقف فصل الاسلات . ربما تعزى الى ظروف تغذية غير جيدة او الى فعل النظام المناعي للمضيف .

٩ ـ النمو القابل للتغير والتمايز هو مظهر لبعض الديدان الشريطية مثل الدودة المسببة للاكياس العددية . ان الظروف البيئية التي تجابه بها يرقات الديدان الشريطية هي التي تحدد نموذج النمو والتطور .

الفصل التاسع

الاجهزة العصبية والاعضاء الحسية والتنسيق السلوكي
Nervous systems, sense organs and behavioural coordination

المقدمة :

يحتوي هذا الفصل على وصف مختصر للاجهزة العصبية والاعضاء الحسية التي تتميز بها الديدان الطفيلية النموذجية . سوف لن يذكر شيء عن الابتدائيات الطفيلية بالرغم من وجود مستقبلات على سطوح تلك الطفيليات .

التركيب المظهري للاجهزة العصبية في الطفيليات

يتكون الجهاز العصبي للديدان المسطحة من معقد مخي cerebral complex من العقد العصبية والموصلات في الجزء الامامي من الجسم بالقرب من البلعوم وتمتد من العقد العصبية المخية اعصاب متناظرة جانبياً الى الجهة الامامية والخلفية تزود الانسجة والاعضاء وترتبط معاً بالعديد من التفرعات الجانبية . ان الانحراف الرئيسي عن الشكل القياسي الذي يوجد في الديدان المسطحة الطفيلية تقترن بتزويد الاعصاب لاعضاء الالتصاق المتمثل بالمص الخلفي Posterior haptor في المثقبات الوحيدة المنشأ والمصات الفمية والبطنية في المثقبات الثنائية المنشأ وفي الرأس في الديدان الشريطية .

ان الجهاز العصبي في المثقبات الوحيدة المنشأ مشابه لما موجود في المكرات tarbcllaria الحرة المعيشة ويكون في البعض منها بحالة بدائية (بسيطة) حيث تقع العقد العصبية المخية الى الجهة الظهرية الى امام البلعوم (مثل Tetraonchidae Dactylogyridae) ولكن الحالة الاكثر شيوعاً هو ان الدماغ

يتكون من زوج من العقد العصبية المرتبطة بواسطة عصب موصل ظهري واحد يقع مباشرة الى جوار البلعوم وفي انواع قليلة هناك زوج من الموصلات تربط العقد الظهرية وتحيط بالبلعوم بصورة كاملة ومن بين الثلاثة ازواج من الجذوع العصبية الرئيسية التي تمتد من الدماغ والى الخلف (اي الاعصاب البطنية والظهرية والجانبية) فان الزوج البطني هو الاكثر تطوراً ويجهز بالاعصاب الممص الخلفي يكون غالباً عقد عصبية في الممص الخلفي نفسه . ومن الناحية الامامية هناك (٣ ـ ٤) ازواج من الاعصاب تزود الرأس .

الجهاز العصبي في المثقبات الثنائية المنشأ مختلف قليلا عن الشكل الاساس الموجود في المثقبات الوحيدة المنشأ حيث توجد اعصاب اضافية لتزويد الممصات البطنية والامامية والتي تكون غالباً واسعة . يؤدي زوج العقد العصبية المخية في الديدان الشريطية الى زوج من الجذوع العصبية الجانبية تمتد على طول الاسلات وترتبط بموصلات تكون واضحة خصوصاً عند الاتصال بين الاسلات .

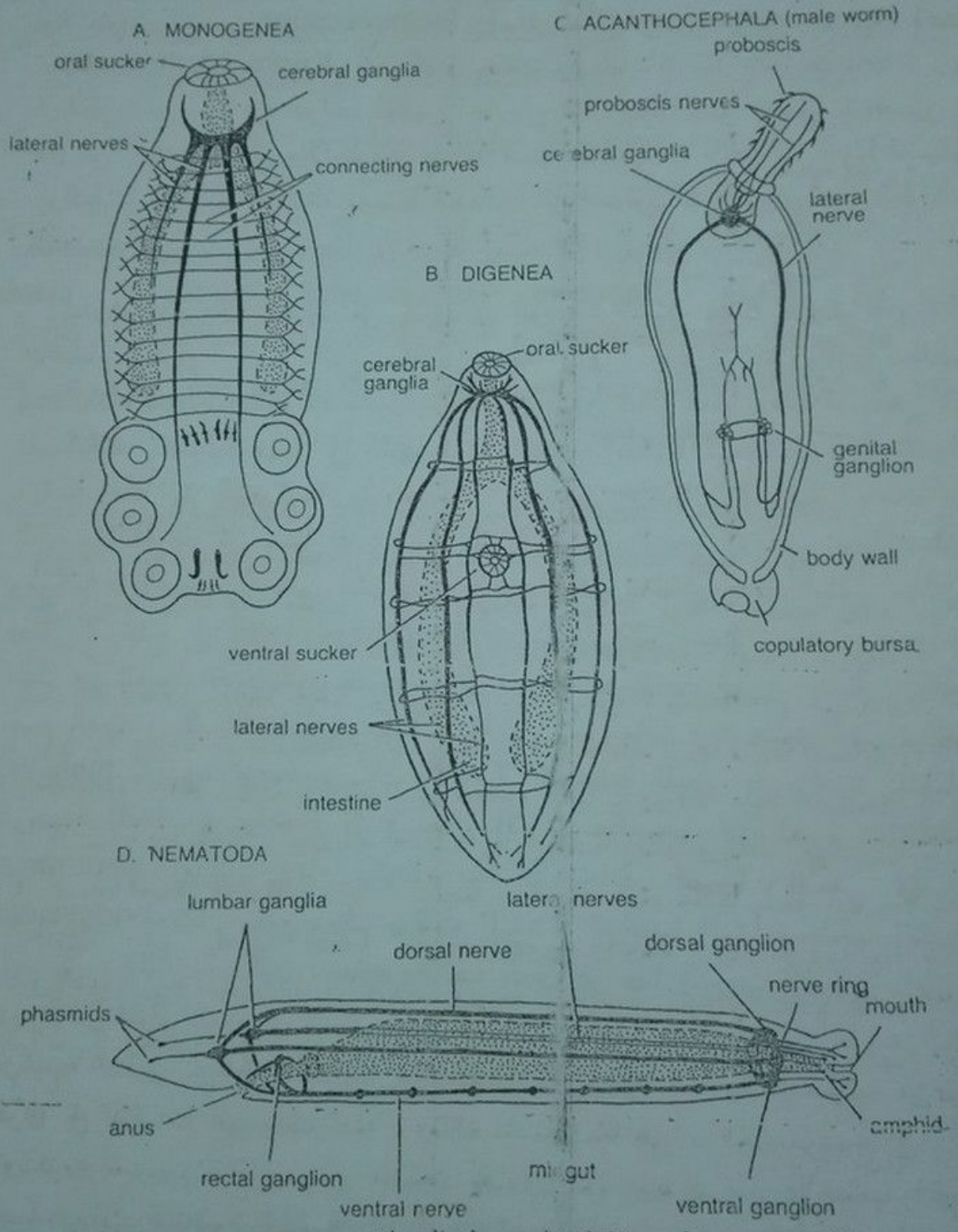
ان الجهاز العصبي في الديدان المسطحة الحقيقية عبارة عن شبكة من اعصاب ويحتوي على الياف عصبية عديمة المايلين unmylinated وعادة يمكن مشاهدتها بالمجهر الضوئي وبواسطة التمركز الكيمياوي النسيجي للاستيل كولين استيريس acetylcholinesterase . هناك معلومات قليلة حول التركيب الدقيق للجهاز العصبي في الديدان المسطحة ولكن لايوجد مبرر لاعتباره جهازاً مضمحلاً degenerate .

لقد فحص الجهاز العصبي في شوكية الرأس Acantho cephala في عدد قليل من الانواع مثل Polymorphus و Macracanthorl ynchus و Bolbosoma و Hamanniella . يتكون من عقد عصبية دماغية واقعة بطنياً في مستودع الخطم Probosis receptacle وعدد مختلف من الاعصاب المزدوجة والمفردة والتي تزود جدار الجسم والعضلات واعضاء الجسم وفي ذكر شوكية الرأس فان الاعصاب الجانبية تدخل الجهاز التناسلي مكونة زوجاً من العقد التناسلية مرتبطة بواسطة موصلات دائرية .

تمتلك الديدان الخيطية المتطفلة والحرة المعيشة اجهزة عصبية متماثلة تتكون من حلقة عصبية وموصل عصبي حول المريء circum-esophaycal commissure تقع عليه اعداد مختلفة من العقد العصبية احدها ظهرية والاخرى بطنية وعقدتين أو اكثر من الناحية الجانبية وتمتد (٦) اعصاب لتجهيز الفم والرأس بينما هناك (٦ ـ ٨) اعصاب رئيسية خلفية يحتوي الجذع العصبي الرئيسي على عقد عصبية ويكون مزدوجاً في بعض اجزائه . تنقسم الاعصاب الظهرية والبطنية في نهاية

الجسم وتلتحم مع الاعصاب الجانبية على جانبي الجسم لتكون زوجاً من اعصاب قطنية lumber nerve . تقترن الوظيفة الحسية مع الاعصاب الجانبية والاعصاب البطنية اما الوظيفة الحركية فانها مع الاعصاب البطنية والظهرية .

راجع المخطط المبسط للاجهزة العصبية في الديدان الطفيلية كما هو موضح في الشكل (٩ ـ ١) .



شكل ٩ ـ ١ تركيب الجهاز العصبي في الديدان

الرسوم معاد رسمها من

أ ـ Bychowsky (١٩٥٧) جـ ـ Hyman (١٩٥١)

ب ـ Erasmus (١٩٧٢) د ـ Lee, D.L and Atkinson (١٩٧٦) .

الاعضاء الحسية
وحيدة المنشأ

تتكون الاعضاء الحسية الرئيسية في المثقبات الوحيدة المنشأ من عيون مستقبلة للضوء photoreceptive eyes مهدبة وسطحية أو تراكيب من البشرة sensillae ربما تكون معينة بالاستقبال الكيمياوي chemoreception والاستقبال اللمسي tangoreception واستقبال التيارات rheoreception وعقد حصية Knobs haptoral قد تكون مستقبلات لمس touch reception . وفي الوقت الذي تمت فيه دراسة المظهر الخارجي لتلك التراكيب ببعض التفصيل في كل من الجهر الضوئي والالكتروني فهناك نسبياً القليل من المعلومات حول اهميتها الوظيفية الحقيقية وذلك بسبب العديد من الصعوبات التي تواجه الطريقة التجريبية .

بالرغم من ان العديد من المثقبات الوحيدة المنشأ تمتلك عيوناً فان تلك الاعضاء تميل الى ان تكون صفة أو مظهراً للاونكوميراسيديوم onehomeracidium وانها تكون مفقودة في الدور البالغ غالباً وهذا قد يعني بان المستقبلات الضوئية مهمة في تحديد موقع المضيف ولكنها ليست ضرورية للدودة البالغة حالما يتم استقرارها في مضيفها . يوجد في الاشكال البدائية زوجان من العيون الظهرية كل منها لها عدسة بلورية يكون الزوج الامامي منها صغيراً وموجهاً باتجاه خلفي جانبي بينما يتجه الزوج الكبير الخلفي باتجاه امامي جانبي . يعتبر الترتيب في Polyopsithocotylea متقدماً اكثر حيث يوجد زوج واحد فقط من العيون قد لايكون لها عدسة أو مزود بعدسة من قطيرة دهنية . يتكون جسم العين في كل المثقبات الوحيدة المنشأ من كأس ملون ربما يحتوي على الميلانين melanin ومزود باعصاب . ان الاهمية الوظيفية للعين في يرقات المثقبات الوحيدة المنشأ غير واضحة تتجه بعض الاونكوميراسيديا نحو الضوء positive phototaxis ولكن ربما يكون هذا استجابة قصيرة الأمد كما في Dactylogyridae . تقوم معظم يرقات المثقبات الوحيدة المنشأ وسطحها الظهري الى اعلى وبذلك قد تكون احدى وظائف العين هو هذا التوجيه البطني الظهري على الاقل اثناء العوم في النهار . هناك أدلة مستندة بشكل مطلق على دراسات التركيب الدقيق ليرقات **Entobdella soleae** بوجود مستقبلات ضوئية مزعومة أخرى في المثقبات الوحيدة المنشأ . وتلك المستقبلات هي تركيب مزدوج في راس الاونكرميراسيديوم بالقرب من العيون يحتوي على العديد من الاهداب المحورة واجسام ذات صفائح رقيقة mellate bodies 1 وهي غنية بالمايتوكوندريا .

المثقبات الثنائية المنشأ

ان الميراسيديا me acidsa والسركاريات cercariae هي يرقات المثقبات الثنائية المنشأ الحرة المعيشة المعية بالبحث عن موقع المضيف واختراقه وقد سبق لنا مناقشة تلك العمليات باختصار ودرسنا الجدل القائم حول البحث عن المضيف بصورة فعالة مقارنة مع الاكتشاف العرضي . لقد تمت معظم الدراسات حول الاعضاء الحسية في المثقبات الثنائية المنشأ على هاتين المرحلتين اليرقية .

الميراسيديا

ان التركيب المظهري للاعضاء الحسية في الميراسيديوم معروف فقط لعدد قليل من الانواع (**Fasciola hepatica Schistosoma mansoni**) ، **Allocreadium lobatum** ، Heronimus chelydrae ، meg lurus ; Philophthalmus ونوع من (Spirorchis هناك عدة انواع من الاعضاء الحسية : يقع عينية ملونة .

p gmented eye spots ونقر مهدبة ciliated pits ، ونهايات عصبية مهدبة على حليمات قمية opical papillee ونهايات عصبية مهدبة على الحليمات الجانبية وبين صفائح الجسم المهدبة تتكون البقع العينية من خلايا ملونة تحيط بقطع عصوية زعيبية microvillous rh bdomres وتظهر درجة من عدم التناظر الجانبي في حجومها . ويبدو من المحتمل ان تلك التراكيب حساسة للضوء وتقوم بتوجيه اليرقة وربما تساعدها في تحديد موقع المضيف ـ القوقع ـ ويرافق البقع العينية وعلى الاقل في يرقة واحدة من المثقبات ثنائية المنشأ (Diplostomum spatha) خلايا مهدبة ويظهر في غشاءها انبعاجات واضحة واستناداً على ادلة طرفية فقط يعتقد انها مستقبلات ضوئية . ان وظائف الاعضاء الحسية الاخرى في الميراسيديا غير معروفة بشكل مؤكد لكنها تشتمل على مستلمات اللمس tanjoveceptiom (نهايات عصبية مهدبة) استقبال كيمياوي (نقر وحليمات مهدبة) واستقبال ميكانيكي (حليمات جانبية) . انظر (شكل ٩ ـ ٢)

السركاريات

نسبياً لايعرف الا القليل حول التراكيب الحسية في السركاريا ولكن وجود البقع العينية ، الحليمات ، شعيرات حسية يوحي بان تلك اليرقات قادرة على استلام انواع مختلفة من المعلومات من المحيط ان المظهر الخارجي للبقع الضوئية

يشبه ما موجود في الميراسيديا تقريبا اي انها تتكون من خلايا ملونة وقضبان وزغيبات دقيقة . تفتقد البقع العينية من مركبات Strijeold الى الصبغات ولكن الاهمية الوظيفية لذلك غير مفهومة . يعتقد ان الخليات الحسية في السركاريات هي مستقبلات لمس ولكن لم تسند اية وظيفة لحد الآن الى البروزات التي تشبه الشعر والتي تغطي سطح الجسم وتسود بشكل خاص في الذنب المتقيات الثنائية المنشأ البالغة .

ترتبط التراكيب الحسة في المثقبات الثنائي المنشا مع الجلد فالمنشقات Schistosoms تمتلك اعضاء حس مهدبة فوق جميع سطح الجسم لكنها تتركز في الدودة الذكر في الجزء الامامي من القناة حاملة الانثى gynaecophvric canal وبالرغم من تشابهها في المظهر الخارجي الاساسي لاعضاء الحس في السركاريات فان الاهداب في الديدان البالغة محاطة تماما باغشية الجد الجلد موحية بانها مستقبلات ميكانيكية .

الديدان الشريطية

لقد وضعت اعضاء حسية مرتبطة مع الجلد في عدد قليل من الانواع باستعمال تقنيات نسيجية قياسية في كل من المجهر الضوئي المجهر الالكتروني . ان الاعضاء الحسية هي بروزات جلدية ممتدة من انتفاخات بصلية الشكل bulbous swelling في منطقة المدمج السايتوبلازمي . لايعرف وظيفتها ولكن يبدو من المحتمل بان الديدان الشريطية تمتلك مستقبلات كيمياوية تزود معلومات حول الطبيعة الكيمياوية للبيئة وربما يسمح لها لانتقا المنطقة الاكثر ملائمة في معي المضيف للاستقرار او العيش فيها . لقد اقترح ان رأس الدودة الشريطية يحتوي على مستقبلات ذاتية proprioreceptors مرتبطة مع استقبال الشد stretch reception في اعضاء الالتصاق . ان الدليل النسيجي لوجودها متوفر في Acanthobotherium نقط .

الديدان شوكية الرأس

المعلومات الوحيدة حول وجود الاعضاء الحسية في الديدان الشوكية الرأس يتعلق بوجود وحدات مزودة باعصاب وموجود على الخطم وكذلك حول جهاز الجماع الذكري .

الديدان الخيطية

بالمقارنة مع المجاميع الاخرى للطفيليات هناك مصادر كثيرة حول التراكيب الحسية لي الديدان الخيطية . لقد عرفت ووصفت انواع مختلفة من الاعضاء الحسية (جدول ٩ ـ ١) بصورة عامة تكون الاعضاء الحسية في الديدان الخيطية على

نوعين : الاول يحتوي على حزم من محاور عصبية والآخر بنهايات عصبية بشكل اهداب محورة (الامفيدات amphids ، الفاسميد phasmid ، الحليمات papillae) تقترن الانواع الاخيرة من الاعضاء الحسية عادة مع الفعاليات الافرازية والانزيمات بضمنها ace ylcholinesterase. وكذلك تم التعرف على esterases اخرى ولكن الدور الحسي في تلك الاعضاء غير واضح .

جدول (٩ ـ ١) اعضاء حس الديدان الخيطية وظائفها

نوع العضو	الوصف	الوظيفة	الامثلة
الرأس			
حليمات الشفاه والرأسية	ثلاث دوائر متحدة المركز من الحليمات	استقبال ميكانيكي ـ وكيمياوي	Haemonchus, Ascaris, Dipetalonema
	حول الفم هدب واحد مغطى بواسطة الكيوتكل		
amphids	تحتوي على عدة اهداب محورة تفتح بواسطة فتحة	استقبال كيمياوي مقترن استقبال ضوئي (؟)	Necator, Nippostrongylus Nematospiroides العديد من الانواع
cephalids	غدد امامية وخلفية	مع غدة افرازية غير معروف	طفيليات على النبات
الرقبة			
deirids	زوجية/ ذات حلم/ سو جاني	استقبال ميكانيكي (؟)	syngamus, Ascaris
hemizonid	بين الكيوتكل وتحت الادمة	غير معروف	Ancylostoma, Trichinella Haemonchus
organs , cervical	تحتوي على هدب واحد متحور	(؟) proprioreception	Ancylostoma, Necator.
bacillary bands	حبال تحت الادمة . خلايا حسية مع خلايا غدية	تنظيم ابوني وأزموزي	Trichuroidea
anterior ventral body wall organs	تحتوي على اربعة اهداب ، تفتح خلال فتحة	استقبال كيمياوي (؟)	Trichuroidea
photoreceptors	عادة لاتوجد في الاشكال الطفيلية		Mermis
نهاية الجسم والذنب			
caudal papillae	حول مجمع الذكر	استقبال كيمياوي ـ جاعي	Dipetalonema, syphacea
spicules	نسيج عصبي داخل شوكة الذكر	استقبال كيمياوي جاعي	Heterodera, Heterakis Nippostrongylus
phasmids	جانبية . مزدوجة ، باهداب وفتحة	اهمية حسية وعذية	Dracunculas, Necator Oesophagostomum
caudalids	روابط تحت الادمة في جزء الشرجي	غير معروف	Ascaris
تراكيب حسية اخرى			
proprioceptors	intes no-cloacal junction	مستقبلات تعدد الشد	Heterakis
setae.	شعيرات كيوتكل فوق السطح	ليس في الطفيليات	

نوعين : الاول يحتوي على حزم من محاور عصبية والآخر بنهايات عصبية بشكل اهداب محورة (الامفيدات amphids ؛ الفاسميد phasmid ، الحليمات papillae) تقترن الانواع الاخيرة من الاعضاء الحسية عادة مع الفعاليات الافرازية والانزيمات بضمنها acetylcholinesterase. وكذلك تم التعرف على esterases اخرى ولكن الدور الحسي في تلك الاعضاء غير واضح .

جدول (٩ ـ ١) اعضاء حس الديدان الخيطية ووظائفها

نوع العضو	الوصف	الوظيفة	الامثلة
الرأس			
حليات الشفاة والرأسية	ثلاث دوائر متحدة المركز من الحليات حول الفم هدب واحد منطى بواسطة الكيوتكل	استقبال ميكانيكي ـ وكيمياوي	Haemonchus, Ascaris, Dipetalonema
amphids	تحتوي على عدة اهداب محورة تفتح بواسطة فتحة	استقبال كيماوي مقترن مع غدة افرازية استقبال ضوئي (؟)	Necator, Nippostrongylus Nematospiroides العديد من الانواع
cephalids	غدد امامية وخلفية	غير معروف	طفيليات على النبات
الرقبة			
deirids	زوجية / ذات حلم / عضو جانبي	استقبال ميكانيكي (؟)	syngamus, Ascaris
hemizonid	بين الكيوتكل وتحت الادمة	غير معروف	Ancylostoma, Trichinella Haemonchus
organs, cervical	تحتوي على هدب واحد متحور	(؟) proprioreception	Ancylostoma, Necator.
bacillary bands	حبال تحت الادمة . خلايا حسية مع خلايا غدية	تنظيم ابوني أزموزي	Trichuroidea
anterior ventral body wall organs	تحتوي على اربعة اهداب . تنتح خلال فتحة	استقبال كيموي (؟)	Trichuroidea
photoreceptors	عادة لاتوجد في الاشكال الطفيلية		Mermis
نهاية الجسم والذنب			
caudal papillae	حول مجمع الذكر	استقبال كيموي ـ جاعي	Dipetalonema, syphacea
spicules	نسيج عصبي داخل شويكة الذكر	استقبال كيموي جاعي	Heterodera, Heterakis Nippostrongylus
phasmids	جانبية . مزدوجة ، باهداب وفتحة	اهمية حسية عذية	Dracunculas, Necator Oesophagostomum
caudalids	روابط تحت الادمة في الجزء الشرجي	غير معروف	Ascaris
تراكيب حسية اخرى			
proprioreceptors	intestino-cloacal junction	مستقبلات تمدد الشد	Heterakis
setae.	شعيرات كيوتكل فوق السطح		ليس في الطفيليات

نوعين : الاول يحتوي على حزم من محاور عصبية والآخر بنهايات عصبية بشكل اهداب محورة (الامفيدات amphids ، الفاسميد phasmid ، الحليمات papillae) تقترن الانواع الاخيرة من الاعضاء الحسية عادة مع الفعاليات الافرازية والانزيمات بضمنها ace ylcholinesterase. وكذلك تم التعرف على esterases اخرى ولكن الدور الحسي في تلك الاعضاء غير واضح .

جدول (٩ ـ ١) اعضاء حس الديدان الخيطية وظائفها

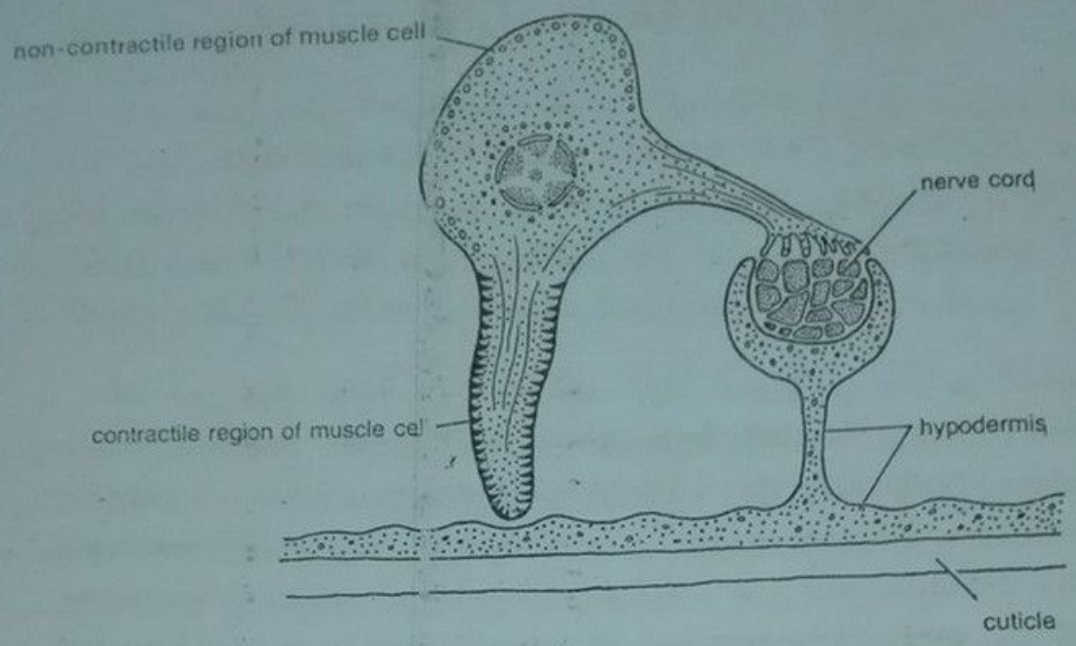
نوع العضو	الوصف	الوظيفة	الامثلة
الرأس			
حليات الشفاة والرأسية	ثلاث دوائر متحدة المركز من الحليمات حول الفم هدب واحد مغطى بواسطة الكيوتكل	استقبال ميكانيكي ـ وكيمياوي	Haemonchus, Ascaris, Dipetalonema
amphids	تحتوي على عدة اهداب محورة تفتح بواسطة فتحة	استقبال كيمياوي مقترن استقبال ضوئي (؟)	Necator, Nippostrongylus Nematospiroides العديد من الانواع
cephalids	غدد امامية وخلفية	مع غدة افرازية غير معروف	طفيليات على النبات
الرقبة			
deirids	زوجية/ ذات حلم/ سو جاني	استقبال ميكانيكي (؟)	syngamus, Ascaris
hemizonid	بين الكيوتكل وتحت الادمة	غير معروف	Ancylostoma, Trichinella Haemonchus
organs , cervical	تحتوي على هدب واحد متحور	(؟) proprioreception	Ancylostoma, Necator.
bacillary bands	حبال تحت الادمة . خلايا حسية مع خلايا غدية	تنظيم ايوني وأزموزي	Trichuroidea
anterior ventral body wall organs	تحتوي على اربعة اهداب . تفتح خلال فتحة	استقبال كيمياوي (؟)	Trichuroidea
photoreceptors	عادة لاتوجد في الاشكال الطفيلية		Mermis
نهاية الجسم والذنب			
caudal papillae	حول مجمع الذكر	استقبال كيمياوي ـ جاعي	Dipetalonema, syphacea
spicules	نسيج عضلي داخل شوكة الذكر	استقبال كيمياوي جاعي	Heterodera, Heterakis Nippostrongylus
phasmids	جانبية . مزدوجة ، باهدب وفتحة	اهمية حسية وعذية	Dracunculas, Necator Oesophagostomum
caudalids	روابط تحت الادمة في جزء الشرجي	غير معروف	Ascaris
تراكيب حسية اخرى			
proprioceptors	intes no-cloacal junction	مستقبلات تمدد الشد	Heterakis
setae.	شعيرات كيوتكل فوق السطح		ليس في الطفيليات

النقل العصبي والملتقيات العصبية ـ العضلية والافراز العصبي

لقد اهمل حقل الفسيولوجيا العصبية للحيوانات المتطفلة لدرجة كبيرة والاسباب المحتملة لذلك هو ولاً : تعتبر الطفيليات عادة حيوانات متنكسة وعليه فان فسلجة الاحساس فيها يبدد حقلاً غير مثير للاهتمام في البحث . وثانيا صغر حجمها وصعوبة المحافظة عليها في المختبر وان الطفيليات قد اثبتت انها ليست النموذج المفضل للدراسات او البحوث الفسيولوجية العصبية .

لقد تم توضيح فعالية انزيم الاستيل كولين استيريز في عدد من الطفيليات بضمنها **Schistosoma mausoni** ، **Fasciola hepatica** ، **Diplostomum** ، **phoxini** ، **Diphylobothrium latum.** ، **Taenia taeniaeformis** ، **spp Hymenolepis** ، **Echinococcus granulosus** ، **Dipylidium caninium** والعديد من الديدان الخيطية . يحفز الادرينالين adrenaline التقلص العضلي في **H. nana** وان كلاً من catecholamines و (5HT) 5-hydroxytrytamine موجودان في الجهاز العصبي للمنشقات . يتوفر دليل دوائي في المنشقة المانسونية ان الاستيل كولين يثبط الانتقال العصبي بينما يعمل 5-hydroxy-tryptamine كمحفز لقد استنتج ان catecholamines قد تعمل كناقلات بين الخلايا العصبية ويحفز على انطلاق 5-HT وبذلك يكون ناقلاً للايعازات العصبية الحركية الى الاعضاء المنفذة .

ان دودة الاسكارس البالغة **Ascaris lumbricoides** كونها كبيرة ويمكن الحصول عليها بسهولة من المجازر المحلية فانها موديل ملائم لدراسة فسلجة العضلات والاعصاب . لقد فحصت تحضيرات من العصب العضلة المعزولة وقد وجد انها تستجيب لمواد دوائية متنوعة بطريقة مختلفة من حيوانات اخرى فمثلاً يحفز كل من كولين والنكوتين nicotine على التقلص العضلي ولكن ليس لكل من الادينالين والهستامين تأثير . يتم تهييج جهود الفعل action potentials في الملتقى العضلي العصبي بواسطة الاستيل كولين ويثبط بواسطة y-aminobutyric acid يوجد انزيم الاستيل كولين استيريز بكميات مختلفة في انسجة الاسكارس والعديد من الديدان الخيطية وخاصة في الملتقيات العضلية العصبية وفي العديد من التراكيب الحسية وفي الحلقة العصبية ان الخلايا العضلية في الديدان الخيطية فريدة في احتوائها على جزء متقلص جزء غير متقلص يكون بتماس مع الاعصاب المهيجة والمثبطة ويظهر ان الخلية العضلية تمتلك قدرات استقبال ذاتي ولكن لم يتم التعرف على مستقبل (شكل ٩ ـ ٢) .



شكل ٩ – ٣ خلية عضلية في دودة خيطية معاد رسمها من Lee, D.L and Atkinson (١٩٧٦)

تؤثر بعض المواد المستعملة تجارياً كمضادات للديدان على الانتقال العضلي العصبي في الطفيليات . مثل املاح bephenium ، 5-hydroxy. tryptamine والـ methyridine حيث انها تسبب اعاقة blocking او تقلد فعالية الاستيل كولين بينما يعمل البيبيرازين piperazine (دواء شائع من الطفيليات التي تعيش في القناة الهضمية) من خلال احداث شلل عضلي **muscle paralysis** وتؤثر بعض الادوية ضد المنبثقات مثل hycanthone على حركة الطفيلي . بصورة عامة سيكون للمعلومات الكاملة حول فسلجة العضلات والاعصاب في الطفيليات تطبيقات واضحة في التطور المستقبلي لمواد مضادة للديدان .

لقد تم التعرف على خلايا افرازية عصبية neuroscnetory بواسطة طرق كيمياوية نسيجية في عدد قليل من الطفيليات (مثل **Dicrocoelium dendriticium** ، **H. diminuta** ، **E-sannlosns** وعدة انواع من الديدان الخيطية) هناك في العديد من الديدان الخيطية علاقة مباشرة بين الانسلاخ والفعالية الافرازية العصبية . والهورمونات اليافعة juvenile hormones في الحشرات وتراكيبها المماثلة (farnesol, farnesyl methyl ester) يمكن ان تؤثر على عملية الانسلاخ الطبيعية يوضح الاختبار الاحيائي Bioassay لمادة عزلت من اليرقات المعدية للدودة الخيطية **Haemonchus contortus** فعالية هورمون عشرة غير كاملة (يافعة) .

التنسيق السلوكي

ان الدراسات السلوكية للديدان محدودة بفعاليات البحث عن المضيف من قبل يرقات المثقبات الوحيدة المنشأ ، والمثقبات الثنائية المنشأ والديدان الخيطية . تم مناقشة الجزء الاول ببعض التفصيل في الفصل السادس وان الاهتمام في الاخير قد انبثق حديثاً فقط وهو في دور أولي من التطور .

لقد تمت دراسة ميكانيكيات التنسيق في الحركة في عدد قليل من الديدان الخيطية باستعمال تقنيات مختلفة بضمنها تحليل اثار الأكار ، الفن السينمائي Cinematosraphy ودراسة الدائرة التلفزونية Closed-circnit-television وفهم فسيولوجي عصبي . ان عمليات وميكانيك الحركة في الاسكارس معروفة بتفاصيل كثيرة والاهمية النسبية للكيوتكل المسرت elastic cnticle والهيكل الهايدروستاتي للجوف الكاذب **pseudocoelomic hydrostatic skeleton** وعضلات الجسم في انتاجها حركات تموجية متميزة هي الان مفهومة بصورة جيدة ومع ذلك يمكن ان نرى نماذج واضحة اخرى من الحركة مترابطة بفعاليات كالاستجابة لحوافز خارجية والتبرز defeacation واختراق المضيف والتزاوج والتغذية . لقد اصبح من الواضح بان الديدان الخيطية معقدة وانها متطورة في تنسيق حركتها وفي استجابتها للحوافز البيئية .

لقد اجتذب سلوك يرقات المثقبات الوحيدة المنشأ والمثقبات الثنائية المنشأ في البحث عن المضيف اهتماماً كبيراً ولكن الميكانيكيات المعنية لم تفهم بشكل كامل . ان اونكوميراسيديا المثقبات الوحيدة المنشأ تعوم بحرية ولكن ببطء (5 ملم / ثانية) عندما تقارن مع سرعة السمكة التي تمثل مضيفها المحتمل والذي يجب ان تلتصق بها (تبلغ سرعة السمكة ٦٠ ـ ٣٠٠ مرة اسرع من الاونكوميراسيديا) ويبدو من غير المحتمل ان تحدث الاصابة في المياه المنتوحة وبذلك فان سلوك الاونكوميراسيديا يجب ان يتكيف لتسهيل عملية الاصابة عندما تكون المضائف متجمعة (كأن تضع البيض أو تتغذى أو تكون محتشرة) حيث تكون اقل حركة مما هي عمليه اثناء السباحة . ان السلوك التكاثري للطفيلي البالغ يجب ايضاً ان يوقت بحيث ان انطلاق الاونكوميراسيديا يتزامن مع الوقت الاكثر ملائمة للاصابة . ان الاستراتيجيات المرتبطة بذلك تشتمل على اصابة المثقبات البالغة الوحيدة المنشأ للاسماك الصغيرة فقط (مثل **Protancyrocephelus strelkovi** على Limanda aspersa والـ Gastrocotyl trachuri على Trachurus trachurus) أو اصابة الاسماك الاكبر عمراً على وجه الحصر (مثل Mazoraes alosa على spp

Alosa) ان تلك الستراتيجيات مرتبطة مع فعاليات وضع البيض المرتبطة بعمر المضيف .

ان الاونكوميراسيديا والميراسيديا والسركاريات كلها مراحل قصيرة العمر في دورة حياة الطفيلي حيث لاتبقى فعالة لفترة اكثر من ٢٤ ساعة وربما تبقى محافظة على قابليتها للاصابة والاستقرار في المضيف لفترات زمنية اقصر كثيراً ولذلك فليس من المحتمل بانه يمكن ان تحدث اصابة المضيف على مسافة بعيدة عن موقع انبثاق اليرقات . ان استجابات يرقات الطفيلي للحوافز البيئية كالانتاء الضوئي phototaxis الانتحاء الكيمياوي chemotaxis والانتاء للجاذبية geotaxis الانتاء التياري rheotaxis قد تؤدي وظيفتين الاولى هي لوضع اليرقة في الموقع الاكثر ملائمة للقيام بتماس اولي مع المضيف بينما الثانية معينة بتحديد المكان الدقيق والالتصاق واخيراً اصابة المضيف . لسوء الحظ لاتتوفر معلومات كافية حول فسلجة الاحساس ليرقات الديدان يستند عليها للوصول الى تعميم دقيق حول تنسيق سلوكها الذي له علاقة مع اصابة المضيف .

تستجيب يرقات الديدان الخيطية للحوافز البيئية مثل الضوء والحرارة والمواد الكيمياوية والاحداث الميكانيكية والجاذبية والحقول الكهربائية ويمكن ان تتغير طرز حركتها تبعاً للحوافز الموجودة في البيئة الخارجية . ان تلك التغيرات السلوكية غالباً يكون لها علاقة واضحة مع فعاليات تحديد موقع المضيف فمثلا الاستجابات للحرارة التي تبديها يرقات الديدان الشعية التي تتحرك بسرعة باتجاه المصدر الحراري أو الاستجابة الموجبة للضوء للديدان الخيطية التي توجد في المراعي مثل دودة **Haemonchus contortus** . يظهر ان العديد من الاستجابات الاخرى المسجلة عشوائية random وليس لها فائدة ظاهرة مثل الاستجابات الى التغيرات في الحقول الكهربائية المشاهدة في Heterodera و Litoniosoides والـ Pelodera .

على الرغم من وجود أدلة بان الديدان البالغة الطفيلية تستجيب الى الحوافز البيئية الناشئة من إنسجة المضيف فان هذا الجانب من التنسيق السلوكي للطفيلي غير مفهوم بشكل جيد فالحوافز التي تسبب انتقاء المكان والنسقية اليومية والطرق التي بواسطتها تستلم الطفيليات وتستجيب لهذه المعلومات لاتزال معلومات بحاجة الى التحديد .

الخلاصـــة

١ – جميع الديدان الطفيلية لها جهاز عصبي بسيط نسبياً ، تم وصف مظهره الخارجي .

٢ – تتكون الاعضاء الحسية السطحية في الطفيليات من يقع عينيه ملونة وغير ملونة مستقبلات ضوئية مهدبة وحليمات ونقر مهدبة وبروزات مهدبة . ان وظيفة تلك الاعضاء الحسية مستنتجة بشكل مطلق من دراسات على مظهرها الخارجي . تمتلك الديدان الخيطية مدى واسعاً من تراكيب حسية .

٣ – ان فسيولوجيا الاعصاب غير مفهومة في الطفيليات بشكل جيد وانها تشكل حقلا مهماً في المعالجة الكيمياوية لامراض طفيلية مختلفة .

٤ – تظهر دراسة التنسيق السلوكي للطفيليات ولو انها لايزال في البداية تظهر طرزاً معقدة وقد اجتذبت الاستجابات السلوكية التي لها علاقة مع تحديد مكان المضيف من قبل الطفيلي الاهتمام الاكثر .

الفصل العاشر

تفاعلات الطفيلي والمضيف
Host-parosite interactions

المقدمـــة

لقد طورت جميع الكائنات آليات الدفاع للوقاية ضد اصابة واستقرار الاحياء المجهرية micro-organisms والطفيليات المتعددة الخلايا mtrazoan parasites غير انه من الناحية المثالية علينا ان تشمل الرواشح والبكتريا في نقاشنا الحالي ولو ان المجال لا يتسع لهذه المراعاة الكاملة وقبل مناقشة المناعة immunity ضد الطفيليات فإن اعطاء ملخص عن مكونات الاجهزة لدفاعية وخاصة في اللبائن قد يكون ضرورياً .

لقد تطور علم المناعة كثيراً خلال العقود القليلة الماضية وغالباً يصعب المواكبة بتقدم متكافيء مع التطورات الجديدة . وبالرغم من ان معلوماتنا عن المناعة ضد الطفيليات قد تكون اقل اكتمالاً من مجالات علم مناعة لاورام tumour والاحياء المجهرية فهناك الكثير من المعلومات حول آليات الدفاع المناعي المختلفة التي تستعملها اللبائن ضد الاصابة بالطفيليات . ومع ذلك فالعديد من كتب المناعة الحالية تعير قليلاً او لاتعير اهتماماً لعلم المناعة ضد الطفيليات والذي ربما يعكس الصعوبات التي يتضمنها الموضوع وليس الى ندرة المعلومات . ان دراسة علم المناعة ضد الاصابات الطفيلية هو موضوع اكاديمي مهم وعلم تطبيقي اساسي ايضاً وان الكثير من سكان العالم الثالث ينتظرون من حقل الانجازات المناعية الشفاء من الامراض الطفيلية المهمة التي تقلل من نوعية أو طول حياتهم .

العناصر الاساسية في الاجهزة الدفاعية المناعية والخلوية

ان جوهر الدفاع المناعي في الفقريات هو التعرف على الذات self والقدرة على تمييزه من غير الذات non-self اي ان الحيوان المضيف يجب ان يكون قادراً على التمييز بين جزيئاته الكبيرة macromolecules عن تلك التي تعود للكائن المعدي invading organism قد يفشل هذا الجهاز احياناً في التمييز مؤدياً الى مايدعى بالامراض المناعية الذاتية auto-Immuine diseases حيث تعمل فيها دفاعات المضيف بعنف ضد نسيجه ومع ذلك ففي الحيوان السليم الطبيعي فإن الجهاز المناعي يتضمن القدرة على تمييز مواد غريبة ونمو جهاز ذاكرة نوعي Specific memory

تقسم آليات الدفاع في الفقريات ضد الكائنات المعدية الى استجابات نوعية specific responces أو غير نوعية non-specific تكون الاستجابات النوعية مترافقة مع مكونات ذاكرة مناعية وهي عادة موجهة ضد الاصابات الثانوية والتالية لكائن ما والذي حفز اثناء مرحلة الاصابة الاولية به تكوين الاستجابة ولهذا ما ان يصاب مضيف ما بطفيلي خاص فهو يحتفظ بذاكرة مناعية immunological memory لتلك الاصابة ويستجيب للسيطرة أو ازالة الاصابة اللاحقة بذلك الطفيلي . ان الاستجابات المناعية الغير نوعية تكون اكثر عمومية في طبيعتها وهي موجهة ضد اي كائن ولا تشمل على عنصر ذاكرة . تتعاون في بعض الاحيان الاستجابات المناعية النوعية والغير نوعية لتكوين دفاع مشترك ضد الاصابة .

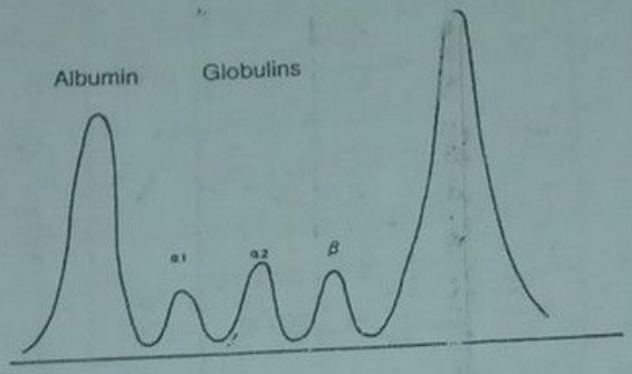
تميل الاستجابات غير النوعية لامتلاك اساس خلوي cellular basis وتشمل على فعالية الخلايا الالتهامية (البلعمية macrophages والخلايا البيضاء ذات النواة المتعددة الاشكال polymorph nuclear leucocytes) التي تكون الجهاز البطاني الشبكي reticuloendothelial system وهي موجودة في الدم وفي انسجة المضيف ووظيفتها هي التهام الكائنات المصيبة وهضمها عن طريق الجسيمات الحالة lysosomes . ان الالتهام والهضم عمليات متتالية ففي المرحلة الاولى يصبح الكائن المصيب ملتصقاً الى سطح الخلية الملتهمة . ثانياً : يلتهم بتكوين فجوة ويصبح محاصراً في داخل فاكوسوم phagosome ثالثاً : يتحد الجسم الحال مع الفاكوسوم لتكوين فاكولايسوم phagolysosome واخيراً يتحطم الكائن الملتهم بوساطة مجموعة من عوامل محللة بضمنها انزيمات ان الالتهام phagocytosis طريقة شائعة للدفاع ضد الاحياء المجهرية ويمكن تنشيطها بواسطة فعالية الاضداد antibodies تعرف نوعياً أوبسينات opsonins وقد تساعد

العوامل المعقدة في المصل serum والمعروفة بالتمم conpliment في عملية الالتهام عن طريق اجتذاب الخلايا الملتهمة الى مناطق تواجد الكائنات المصيبة وقد تتخذ استجابات غير نوعية اخرى ضد الطفيليات شكل تفاعلات التهابية inflemmatory reactions وتكوين محفظة capsule . يتميز الالتهاب بزيادة كميات الدم الشعيري Capillary blood الى مكان الاصابة مؤدياً الى تجمع الخلايا البيضاء ذات النواة المتعددة الاشكال حول الطفيلي المصيب قد تتحول بعض تلك الخلايا الى خلايا مكونة للالياف fibroblasts تساهم في احاطته بمحفظة واخيراً تكلس الطفيلي تحاط متياسركاريا metacercaria المثقبات الثنائية المنشأ Digenea. ويرقات البليروسركويد plerocercoid للديدان الشريطية التي تعود لرتبة السيدوفيليديا بمحفظة بهذه الطريقة عادة في احشائها الوسطية من الاسماك .

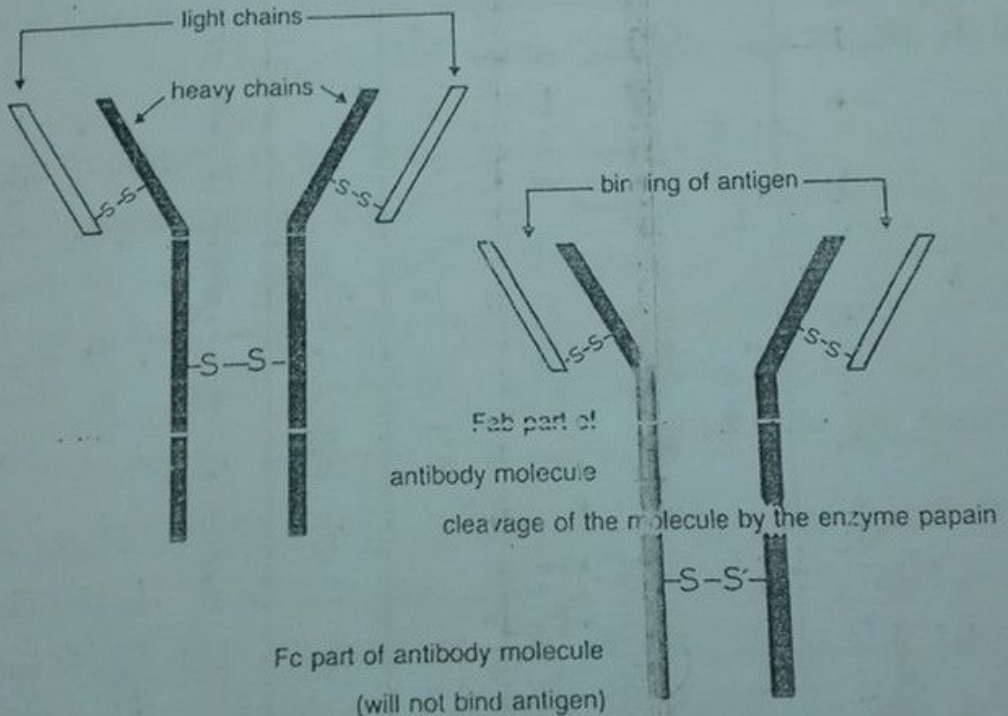
تشتمل الاستجابة المناعية النوعية على تكوين اضداد antibodies من قبل المضيف كنتيجة لتحفيز المواد الغريبة الموجودة والتي تعرف بالمستضدات antigens وتكوين عادة ببيتيدات متعددة polypeptides أو بروتينات أو سكريات متعددة ذات وزن جزيئي اكثر من ٥٠٠٠ دالتون Daltons (تكوين المواد الدهنية بهيئة مستضدات عندما تكون متحدة مع مواد اخرى تعرف بالهابتينات haptens فقط) تشتق المستضدات من سطح غطاء الطفيلي اي مستضدات سطحية surface antigens أو من نواتج عرضية افرازية او ايضية or screted metabolic byproducts أي مستضدات ذائبة soluble أو أيضية metabolic تكون المواد بهيئة مستضدات عندما تبدي درجة من الغرابة الى المضيف الذي يستجيب لها فيما بعد بضنع بصنع اضداد نوعية كل منها .

إن الاضداد هي بروتينات مصلية ذائبة تتحد بشكل متخصص مع المستضدات وتعود الى مجموعة الكاماكلوبيولين gamma globulin من بروتينات المصل (شكل ١٠ ـ ١أ) ويطلق عليها بالكلوبينات المناعية Immunoglobulins ويرمز لها (Ig) . تقسم الكلوبينات المناعية الى خمسة اصناف واضحة بالاستناد الى تركيبها اي IgA ، IgD ، IgE ، IgG ، IgM (جدول ٥ ـ ١) يشتمل التركيب الجزيئي للكلوبينات المناعية على سلسلتين ثقيلتين من البيبتيدات peptides مرتبطة بجسور من السلفايت الثنائي disulphide وسلسلتين خفيفتين مرتبطة بشكل مستعرض cross-linked . ان معاملة الكلوبيولين المناعي بالپاپين papain يؤدي الى انشطار الكلوبيولين المناعي الى جزئين هما فاب Fab (الذي يمثل الجزء الذي يربط المستضد) و Fc (الجزء القابل للتبلور) راجع (شكل ١٠ ـ ١ ب) يحدث الارتباط بالمستضد في النهاية Fab من جزيئة الكلوبيولين المناعي ولذلك تبقى وظيفة الضد بعد شطر الجزيئة السليمة بواسطة الپاپين تقسم الحصانة المناعية

A. ELECTROPHORETIC SEPARATION OF SERUM PROTEINS



B. THE STRUCTURE OF THE IMMUNOGLOBULINS (ANTIBODIES)



شكل ١٠ ـ ١ وحدة وتركيب الكا بينات المناعية (الاضداد) من اللبائن . بالاستناد على Roitt-J- (١٩٧٧) .

جدول ١٠ ـ ١ الصفات الرئيسية ووظائف اصناف الكلوبينات المناعية

الميزات	IgG	IgA	IgM	IgD	IgE
الوزن الجزيئي	١,٥ × ١٠^{٥}	١,٦ × ١٠^{٥}	٩ × ١٠^{٥}	١,٨٥ × ١٠^{٥}	٢ × ١٠^{٥}
كفاءة الارتباط مع المستضد	٢	٢	٥ (١٠)	؟	٢
تركيز المصل (ملغم/ ملم^{٣})	٨ ـ ١٦	١,٤ ـ ٤	٠,٥ ـ ٢	٥ ـ ٥,٤	٠,٠١٧ - ٠,٤٥
محتويات الكاربوهيدرات (٪)	٣	٨	١٢	١٣	١٢
اهم وظيفه معروفه	ضد الكائنات الجمهرية	دفاع لسطوح الجسم	انترلرن . دفاع مناعي ابتدائي	يوجد على سطوح الخلايا اللمفاوية	تضد الطفيليات تفاعلات ارجية

المعلومات عن Roitt (١٩٧٧).

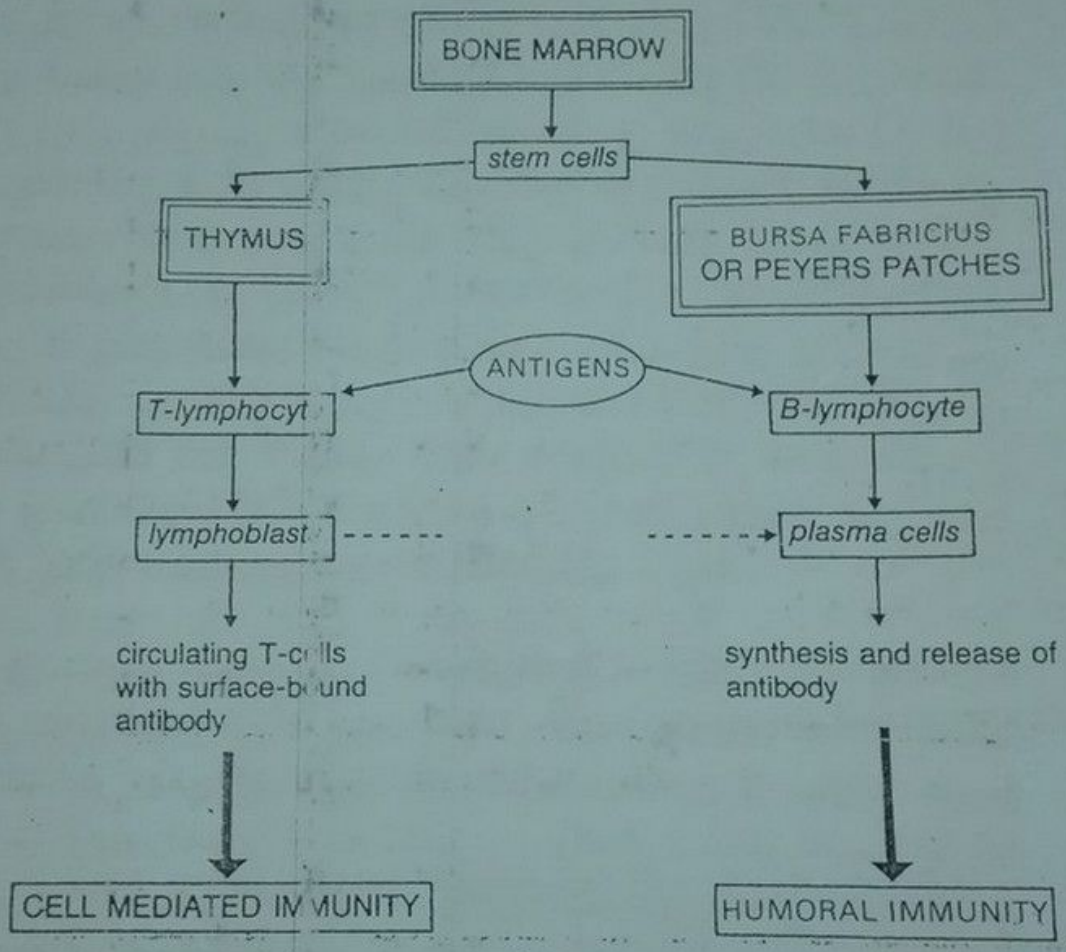
المؤثرة بواسطة الاضداد الى عمليتين واضحتين هما المناعة الخلوية immuity Cell-mediated (الحساسية المفرطة المتأخرة delayed hypersensitivity) ومناعة خلطية hume al immunity . ينشأ كل من نوعي المناعة اعلاه من خلايا جذعية stem cells تنتج في نخاع العظم . تعامل هذه الخلايا الجذعية في حالة المناعة الخلوية بواسطة الغدة الزعتيرية Thymus لتكوين مجموعة من الخلايا اللمفاوية T-lymphocyte التي تصبح متحسسة sensitized عند تماسها مع المستضد في منطقة جنيب القشرة paracortical من الغدد اللمفاوية lymph glands . تعيش هذه الخلايا اللمفاوية (T) فترة طويلة وتحمل اضداداً ترتبط بقوة على اغشيتها السطحية . وفي حالة المناعة الخلطية تعامل الخلايا الجذعية في الانسجة اللمفاوية (جراب فابريكس Bursa Fabricius في الطيور ولطخات بايرز Peyers paches في اللبائن) لتعطي مجموعة من خلايا لمفاوية (B cells) التي تعيش لفترة قصيرة بعد تماسها مع المستضد . تمايز هذه الخلايا اللمفاوية الى خلايا بلازمية plasma cells تقوم بصنع وافراز الضد الى الدم المحيط والانسجة (شكل ١٠ – ٢) . قد ينشط التعاون الخلوي الاستجابة المناعية ويمكن ان يتضمن مثل هذا التعاون التماس بين الخلايا البلعمية macrophages والخلايا اللمفاوية او بين خلايا (B) وخلايا (T) خلايا T مساعدة (helper T cells) تؤثر المناعة الخلوية في المقام الاول في الاستجابات الارجية allergic responses وتستغرق بعض الوقت (٢٤ ساعة أو اكثر) لتظهر بينما تظهر المناعة الخلطية بسرعة .

تتفاعل الاضداد مع المستضد مسببة التحلل lysis او التكتل agglutination او الترسيب precipitation أو تنشط عملية الالتهام phagocytosis للخلايا المنتجة للمستضدات ويمكن ان تكون تلك التفاعلات قاعدة لاختبارات مختبرية تستعمل لتدقيق وجود اضداد خاصة لطفيلي ما وكذلك تستعمل لتقدير فيما اذا تعرض حيوان ما الى طفيلي معين (التشخيص المناعي أو المصلي immuno or serodiagnosis) .

ان الجهاز المناعي متطور بشكل جيد وغالباً يدرس في اللبائن وما معروف عنه في الفقريات الواطئة واللافقريات اقل من ذلك . يمكن التعرف على المناعة الخلوية والخلطية في الفقريات غير اللبونة ولكن يظهر ان اللافقريات تفتقر الى الاضداد وتعتمد الى حد كبير على الالتهام كطريقة مناعية ضد الاصابة .

تمثل المناعة المنفعلة passive mmunity التي تمر من آلام الى ذريتها المقاومة الذاتية innate resistance لاصابة معينة يمكن ان تنقل المناعة المنفعلة في المختبر بواسطة التبرع بالمصل او بخلايا كفوءة مناعياً الى حيوانات بسيطة naive

مستلمة . تعتمد المناعة المكتسبة acquried immunity على التعرض لاصابة أولية لتبدأ الاستجابات المناعية النوعية التي تجعل الحيوان غير قابل او أقل قابلية للعدوى باصابة ثانية او لاحقة .



شكل ١٠ ـ ٢ الخلايا اللمفاوية وانتاج الضد بالاستناد على معلومات عن Roltt (١٩٧٧) .

المناعة ضد الابتدائيات
Immunity to Protozoa.

أ ـ الابتدائيات التي تعيش في الدم

في هذا الجزء سنفحص بشكل مختصر المناعة ضد داء الملاريا malaria وداء البابيزيا babsias وداء المثقبيات Trypanosomiasis التي تكون معاً اكبر مجموعة من الابتدائيات الطفيلية التي تعيش في دم الفقريات .

الملاريا : ان الصورة العامة للمناعة ضد طفيليات الملاريا معقدة على نحو ملفت للنظر بسبب عدد من العوامل التي تتضمن ضرب strain الطفيلي وتغيرات المستضد anti enic variations ضمن الضروب ودورة الحياة التي تتضمن مراحل داخل الكريات الحمر intraerythrocytic ومراحل خارج الكريات الحمر exoerythrocytic في كل من الدم وفي نسيج الكبد . ان المناعة المكتسبة ضد البلازموديوم plasmodium متغيرة أو مختلفة فمثلا تتصف ملاريا الطيور بمناعة نسبية premunition بينما توجد المناعة العقيمة Sterile immunity في بعض انواع ملاريا القوارض مثل **P.berghei** والـ **P.vinckei** ففي الحالة الاولى اي المناعة النسبية فان الطفيليات تبقى بالرغم من تكون المناعة بينما في الحالة الثانية اي المناعة العقيمة تكون المناعة كاملة ولايستطيع الطفيلي العيش . يعتقد ان النوع الاول تتصف به اصابات الملاريا البشرية التي تكون النكسات relapses ورجوع اعراض المرض recrudescences فيها شائعاً .

تعرف المناعة الواقية Protective immunity ضد الملاريا بكونها نظاماً متعاوناً يشتمل على تفاعلات خلوية (خلايا لمفاوية T) واجسام مضادة خلطية (خلايا لمفاوية B) . يزداد انتاج الكلوبيولين المناعي كثيراً خلال مرحلة الاصابة بالملاريا ولكن معظم الاجسام المضادة المنتجة توفر الحماية ولاتؤدي الى طرد الطفيلي . ان الشفاء من الملاريا يتطلب اجساماً مضادة وافية يتم صنعها بمعدل كاف للسيطرة على تكاثر الطفيلي كما ان الكبت المناعي immunodepression بواسطة الدواء في الاصابات التجريبية بالملاريا يؤدي الى نتائج مميتة توجد تغيرات كثيرة في مستويات اصناف الكلوبيولين المناعي فمثلا تكون مستويات IgM عالية اثناء المراحل الاولى من الاصابة بينما تزداد مستويات IgG ببطء وتبقى لفترات زمنية اطول اما دور IgA و IgD و IgE فهي غير واضحة في الوقاية ضد الملاريا . ويظهر ان هذه الوظيفة تستقر في المقام الاول مع IgG وهذا مدعوم

بالملاحظة بانه اثناء فترة الحمل pregnancy تزل مستويات IgG بشكل ملحوظ وان هناك enhanecement of malaria غالباً زيادة في الاصابة بالملاريا في فترة الحمل .

ان التفاعلات الخلوية المتضمنة انتاج اللمفوكين lymphokine وزيادة فعالية انتاج الاجسام المضادة من الخلايا اللمفاوية (B) بواسطة خلايا (T) المساعدة وكذلك السمية الخلوية cytotoxicity قد تكون كلها مهمة في تكوين المناعة ضد الملاريا ولكن المعلومات المتوفرة حالياً تبقى غير كاملة . ازالة الغدة الزعترية جراحياً (thymectomy) من الجرذان والهامستر حديثي الولادة neonatal يجعل تلك الحيوانات اكثر قدرة على الاصابة بالـ **P. berghei** من الحيوانات السليمة . كما ان تثبيط وظيفة خلايا (T) بواسطة حقن مصل ضد خلية (T) يمكن ايضاً ان يزيد خطر الملاريا في حيوانات التجارب .

هناك عدد من طرق التشخيص التي تعتمد على انتاج الكوبيولين المناعي المتكون كاستجابة للاصابة بالملاريا . والتي تساعد على تشخيص الاشخاص المصابين بالطفيلي والذي قد يكون الفحص المجهري عندهم سلبياً وتشتمل مثل هذه الطرق التشخيصية المناعية على اختبار الاضداد التألفية غير المباشر indirect fluorescent antibody test واختبار التلازن الدموي غير المباشر indirect haemagglutination test واختيارات ترسيب مختلفة في الهلام precipitation gel . ان تطبيق تلك الطرق على المجاميع السكانية يمكن ان يوفر معلومات ثمينة كثيرة حول وبائية الملاريا في المناطق التي تستوطنها من العالم . كما يثبت الفحص المجهري ايضاً كونه اداة مهمة في منع الملاريا التي تنتقل عن طريق الدم والتي تعتبر مشكلة اخذة بالزيادة ولها علاقة مع درجة وسهولة الانتقال في العالم التي يتصف بها هذا العصر .

يمكن لطفيليات الملاريا تجنب الاستجابة المناعية لمضائفها بتكوين مجاميع متبقية residual populations في كريات الدم الحمر أو في نسيج الكبد ان تلك المجاميع من الطفيليات قادرة على بدء نكسات متكررة recurrent relapses أو رجوع اعراض المرض recrudescences قد تنتج الحالة الاخيرة اما من كريات الدم الحمر المصابة الواقعة في مناطق وعائية عميقة حيث تنطلق أو تنبثق طفيليات البلازموديوم ثانية عندما تضعف المناعة المؤثرة أو من التواجد المستمر للميروزويتات merozoites في الدم أو البويغات sporozoites في الكبد وقد يكون للتغاير المستضدي antigenic variation اي نشوء مجموعة من الطفيليات ذات تركيب مستضدي مختلف عن الطفيليات التي سببت الاصابة له دور مهم ايضاً

في هذا المجال . ان هذه الطفيليات ذات التركيب الجديد بامكانها الان مقاومة تأثير الاجسام المضادة الموجهة ضد مستضدات الاصابة الاولية . يمثل التغاير المستضدي في ملاريا الطيور عقبة مهمة تعرقل تكوين لقاح vaccine ضد الملاريا .

تعتمد امراضية ملاريا اللبائن جزئياً على الاستجابات المناعية للمضيف ضد الطفيلي ومن هنا جاء المصطلح ـ لامراضية المناعية immunopathology فتحلل الكريات الحمر haemolysis وضخم الطحال spleenomegaly هي ميزة أوسمة الملاريا في مراحل متقدمة . قد يتم تحلل الكريات الحمر عن طريق الفعاليات الالتهامية للخلايا البلغمية في الطحال وان كل من الكريات الحمر المصابة والغير مصابة تتحطم وتنشط هذه العملية الامراضية الاجسام المضادة المؤبسنة opposionising antibodies . ان تحلل الكريات الحمر في حمى الماء الاسود blackwater fever (الاصابات بالبلازموديوم فالسيبارم **P.falciparum** التي تصاحبها معالجة بالكنين quinine) تحدث في الجهاز الوعائي وهي ليست لها علاقة بالية الطحال كما ان مرضى الكلية في حالات الاصابة بالملاريا ينتج من ارتباط المعقدات الناتجة من تفاعل المستضد والجسم المضاد مع الغشاء القاعدي الكبيبي glomerular basement nembrane هو مظهر اخر للامراضية المناعية للملاريا .

ان احد المظاهر التي تثير الاهتمام في طفيليات الملاريا يتمثل في دورها كعامل كابت مناعي immunosuppressive للاصابة بطفيليات اخرى فالحيوانات المختبرية المصابة بانواع مختلفة من البلازموديوم تظهر استجابة مناعية قليلة لمستضد غير حي مثل toxoid tetanus أو كريات الدم الحمراء للاغنام والى مستضدات حية بشكل فايروسات Viruses أو بكتريا bacteria والعديد من الابتدائيات protozoa . ليس معروفاً فيما اذا كان هذا التأثير الكابت للمناعة متعلق وظيفياً بالمناعة الخلوية أو الخلطية . هناك دليل حول كبت انتاج الجسم المضاد بواسطة الخلايا اللمفاوية (B) ولكن الالية العامة التي يتم عن طريقها الكبت المناعي لمستضدات غير متشابهة يبقى بحاجة الى توضيح

لقد كان انتاج السموم في الملاريا موضوع نقاش لسنين عديدة والسؤال المهم هو هل ان الطفيلي يطلق مواداً سامة تكون ممرضة لايزال ينتظر الاجابة هناك بعض الادلة بان مكونات مصلية قابلة للانتقال تسبب التحلل في الحيوانات المستلمة وان تلك العناصر المصلية قادرة على منع التنفس المايتوكوندري mitochondrial traspiration وعملية الفسفرة التأكسدية oxidative phosphorylation في

خلايا الكبد في المختبر ليس للمناعة ضد السموم antitoxic immunity تأثير على مستوى الطفيليات في الدم ولكنها قد تساعد في تخفيف مظاهر الامراضية المناعية .

البابيزيا Babesia

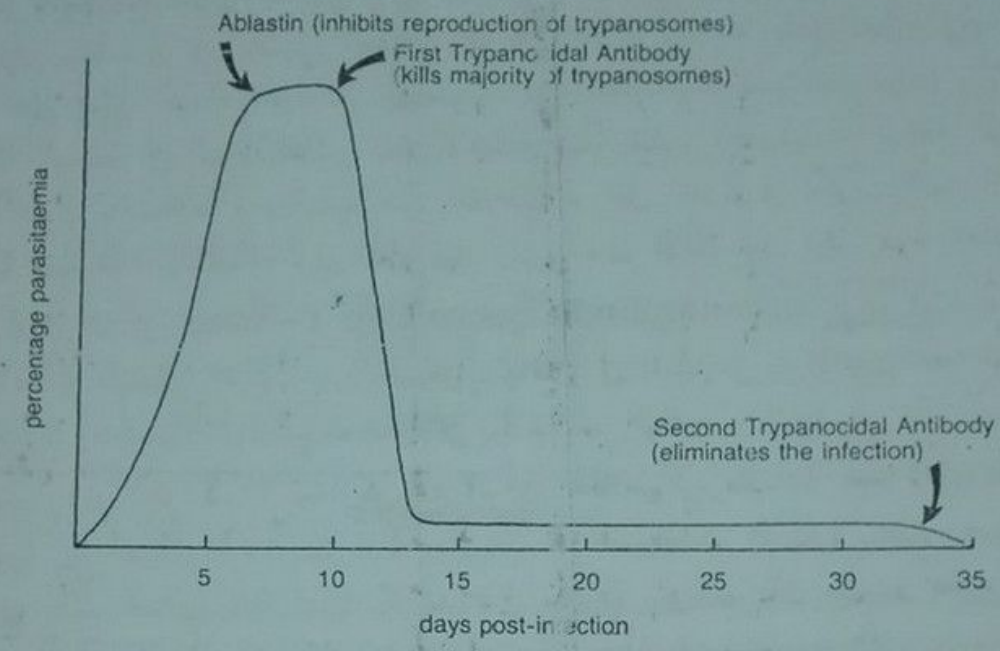
ان الكائنات التي تعود لجنس البابيزيا هي طفيليات داخل الكريات الحمر للفقريات توجد غالباً في اللبائن . هناك عدة انواع ذات اهمية بيطرية لانها تسبب حميات fevers مختلفة .

مثل بابيزيا بوثر **B.bovis** تسبب حمر الماء الاحمر red water fever والبابيزيا اكوي **B.equi** تسبب حمر الصفراء biliary fever . ان المناعة ضد العديد من انواع البابيزيا هي من نوع ممنع نسبياً premune توجد فقط اثناء بقاء المضيف مصاباً بالطفيلي ومع ذلك تتكون مناعة عقيمة sterile inimunity في بعض الانواع مثل بابيزيا دافيرجنس **B.divergens** وبابيزيا بيكميتبا **B.bigmina** وبابيزيا روديا ني **B.rhodaini** قد تكون المناعة نوعية جداً لضروب من نوع واحد كما في حالة الابقار المحصنة ضد ضرب من موقع واحد يمكن ان تكون قابلة للاصابة لضرب مختلف من نفس النوع من مناطق اخرى في الات اخرى توجد مناعة متبادلة cross immunity بين انواع مختلفة مثل **B.rhodiani** وبابيزيا مايكروتي **B.microti** في الجرذان . لاتعرف درجة تغيرات المستضد في البابيزيا .

المثقبيات Trypanosomes

لقد تمت دراسات كثيرة حول المناعة ضد المثقبيات في كل من القوارض والانسان . ان احسن النماذج المعروفة هو الطفيلي الذي يصيب الجرذان ـ T-**lewisi** الذي يوفر دليلا ممتازاً للمناعة المكتسبة الاهمية الاخرى لهذا الطفيلي هو وجود على مايبدو ضد مزيد يعرف ابلاستين ablastin الذي لاتزال اهميته الوظيفية موضع نقاش يتميز مسار اصابة **T.lewisi** في جرذ مختبري بمرحلة اولية من التكاثر السريع للطفيلي مؤدياً الى زيادة في اعداد الطفيلي اي Parasitemia ثم يتوقف انقسام الطفيلي بعد خمسة ايام من الاصابة حيث يحدث استقرار نسبي في عدد المثقبيات لفترة قصيرة يليها تغيير مناجيء أو يحدث في أو حوالي اليوم العاشر من الاصابة يتم خلاله قتل معظم المثقبيات وتستمر الطفيليات القليلة التي تبقى حية الى اليوم الخامس والثلاثين تقريباً حيث يحصل تغيير مفاجيء ثان يزيل الاصابة كاملة (شكل ١٠ ـ ٣) . احدى التفسيرات لتلك الحالات انها تتضمن انتاج (٣) انواع واضحة من الاجسام المضادة احدها يمنع تكاثر الطفيلي ويعرف

ابلاستين ablastin والباقية مبيدة للمثقبيات typanocidal اللذان يساهمان في حدوث التغيرين المفاجئين .

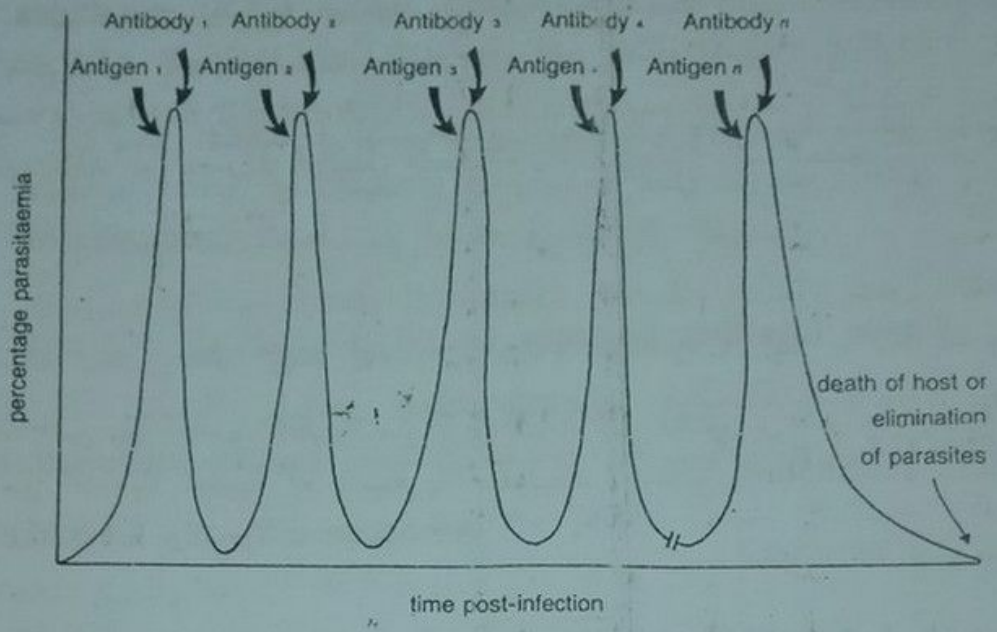


شكل ١٠ ـ ٣ خطور الاصابة بالمثقبيات **Trypanosoma lewisi** في جرذ . احدى الطرق الممكنة لفعل الضد للتخلص من الاصابة لقد نوقشت الفرضيات البديلة عن تطور الاصابة في الفصل بشكل مختصر .

لقد صاغ تاليوفيرا Taliaferro الاسم ابلاستين ablastin منذ اكثر من ٥٠ سنة كتابة عن الضد الذي يمنع تكاثر **T-lewisi** ولكنه يفتقد الى الفعالية السمية للمثقبيات منذ اكتمال التجارب الاولية التي بينت مناعة الابلاستين ablastic immunity برزت معلومات مهمة ومثيرة للجدل . يوجد الابلاستين في حالات الاصابة بنوعين من المثقبيات فقط هما **I-lewisi** و **T.musculi** ولو ان هناك استجابات تشبه الابلاستين يتصف بها العديد من الاصابات بالمثقبيات المعروفة Stercorarian . ولم يتم بشكل قاطع بالرغم من البحوث المكثفة اعتبار الابلاستين كلوبيولين مناعي ولكنه يمتلك صفات فيزياوية كيمياوية يتميز بها IgG من ناحية ثانية لايمتز .adsorbed الابلاستين من مصل الجرذ المصاب بواسطة المثقبيات في الزجاج invitro مما يلقي بعض الشك حول دوره أو اهميته كضد والاكثر من ذلك لم يتم بعد تشخيص مستضد المثقبيات ablastinogen الذي يحفز انتاج الابلاستين ولو ان هناك بعض الادلة بان هذا المستضد يفرز أو يطلق في دم المضيف خلال تقدم الاصابة الطبيعية كما ان عدم قدرة الفئران الاناث الحبلى على تحديد الاصابة

بطفيليات T.muscull يوحي بان الابلاستين يعد لصنف الكلوبيولين المناعي IgG الذي يعرف عنه بانه يقل اثناء فترة الحمل ومع ذلك يعتبر بعض الباحثين بان مايظهر من غرابة حول الابلاسنين سبباً كافياً بحد ذاته للشك بوجود جسم مضاد غير مميت لكنه يمنع تكاثر الطفيلي . ان احد التفسيرات البديلة التي تفورت يعتمد على وجود مستضدين في الطفيلي احدهما يافع juvenile والاخر بالغ adult ويحفز المضيف على صنع اضداد مميتة للمثقبيات . ان لاضداد ضد المستضد اليافع يزيل المثقبيات اليافعة في اليوم العاشر بعد الاصابة بينما تبقى الطفيليات البالغة حية لفترات اطول باعتبارها ، وحسب هذه الفرضية ، اقل اثارة في تكوين الضد اي انها ممنعة ضعيفة . بالاضافة الى ذلك فقد اقتر بان الابلاستين ربما يقوم كعامل انقلاب-تحول الشكل metamorphosis-conversion T-factor في نمو المثقبيات اثناء الاصابة منشطاً التحول من الشكل اليافع الى البالغ وان التغيير المفاجيء الاول يمكن غروه حينئذ الى فعاليات ضد قاتل للاشكال اليافعة والذي قد يكون هو الابلاستين . ان تلك الاراء تتعارض مع الرأي لكلاسيكي للمناعة ضد T.lewisi كما مصورة في الشكل (١٠ ـ ٣) وبالرغم من التوقعات الكثيرة تبقى طبيعة الابلاستين والمناعة التي يحفز على تكوينها غير معلومة . ويظهر ان مايبدو عليه من غرابة مبعث رغبة للبحث اكثر من نكران دوره أو اهميته غير الاعتيادية .

ان الدراسات على المناعة ضد المثقبيات البشرية المسببة لمرض النوم مثل المثقبيات الكامبية T-gambiense والمثقبيات الروديسية T.rhodasiensc معقدة بسبب ظهور تغيرات مستضدية antigenic variation في تلك السوطيات الدموية فكل نوع له تركيب مستضدي معقد جداً ويكون بجاميع مختلفة من الضروب والاشكال . مما يجعل محاولات تطعيم الانسان أو الابقار الأليفة ضد الاصابة بالمثقبيات بدون فائدة . ان المشاهدات الاولى حول التغيير المستضدي قد تم في بداية هذا القرن عندما لوحظ بان T.equinum المعزولة من دم قرد لم يتأثر بالاضداد في مصل نفس الحيوان في الزجاج وقد استنتج بان المثقبيات قد مرت بتغيير مستضدي اثناء تقدم الاصابة ثم سجلت مشاهدات مشابهة في العديد من الحالات اللاحقة . يمكن ان يسبب التغاير المستضدي مايدعى دورة طفيلية الدم cylic parasitaemia حيث تزداد اعداد الطفيلي حتى يحدث تغيير مفاجيء يقتل معظم الكائنات عدا عدداً قليلاً من الاشكال المختلفة في تركيبها المستضدي والتي تبقى حية وتتكاثر لتنتج زيادة ثانية في اعداد الطفيلي يتبعها في الوقت المحدد تغيير مفاجيء ثان قد يستمر هذا الطراز في زيادة ونقصان اعداد الطفيلي حتى يموت المضيف (١٠ ـ ٤)



شكل ١٠ ـ ٤ . التغاير المستضدي وتكرار الاصابة في المثقبيات المستضدات ١ ، ٢ ، ٣ ، ٤ ... هي متغايرات انتجت بواسطة مجموعة من المثقبيات في مضيف واحد . يحفز كل متغاير انتاج ضد نوعي يزيل معظم المثقبيات يعيش عدد قليل من الطفيليات لانه يمتلك المتغاير الجديد الذي لم يصنع المضيف ضده اجسام ضد وتتكاثر مسببة زيادة في اعداد الطفيليات حتى يتكون ضد نوعي يدور في الدم ليزيل هذه المجموعة الثانية يمكن ان تستمر هذه الدورة حتى موت المضيف أو ازالة الطفيليات بصورة كاملة . وهذا يوضح طبيعة تكرار الاصابة المميز لمرض النوم في الانسان .

تبين المشاهدات من التجارب امكانية تكرار نشوء متغيرات مستضدية جديدة فمثلا ينتج T.congolense شكلاً جديداً كل تاسع يوم في الاغنام وتولد T. vivax متغيرات جديدة كل سبعة ايام في الاغنام والعجول . ان العدد الاكبر للمتغيرات المختلفة التي تنشأ من ضرب واحد هو (٢٣) ولكن يعتقد ان هذا غير محتمل ان يمثل الحد الاعلى ويظهر في حالات نادرة فقط. نفس المتغير مرتين خلال اصابة واحدة كما ان هناك دليلاً بان التغاير المستضدي هو عملية منظمة اي ان ضرباً معيناً من المثقبيات ينتج نفس التغايرات غالباً في تسلسل مشابه بصرف النظر عن نوع المضيف .

لقد تم التعرف على تحت صنفين subclasses رئيسين من المستضدات في المثقبيات الاول هي المستضدات المفيدة bound antigen التي تبقى ثابتة خلال الاصابة المتكررة وتشمل تلك المستضدات على الانزيمات والبروتينات النووية وهي عادة مستضدات ضعيفة . ويحتوي تحت الصنف الثاني على مستضدات غطاء السطح surface coat antigens التي لايكون تركيبها ثابتاً وهي المستضدات الخارجية

exoantigen المتكونة من مواد بروتينية سكرية glycoprotein موجودة في مصل الحيوانات المصابة وتكون مسؤولة عن تحفيز انتاج الاضداد الواقية .

ان تغاير المستضد في المثقبيات ربما يعتبر آلية أو وسيلة تكيفية للتغلب على الدفاعات المناعية في المضيف وان وجودها يجعل من غير المحتمل بان تمنيعاً immunization ناجحاً سيتم تحقيقه في المستقبل القريب .

الابتدائيات التي تعيش في الانسجة Tissue dwelling protozoa

من بين الجاميع الكبيرة من الابتدائيات التي تعيش في الانسجة والمهمة للانسان من الناحية الطبية أو البيطرية طفيليات للشمانيا leishmania والكوكسيديا Coccidia والمتحولات Amoebae .

اللشمانيا

هناك انواع مختلفة من جنس اللشمانيا تسبب امراضاً بغيضة وغالباً مميتة للانسان في العديد من مناطق العالم تشتمل هذه الامراض على القرحة الاستوائية oriental sore التي تسببها (L tropica) والكالازار L.donovani Kalaazar وداء اللشمانيا الجلدي في العالم القديم (L.braziliensis, L.mexicana) ينتقل الطفيلي الى الانسان عن طريق لسعة ذبابة الرمل sand fly من جنس الفيبوتوماس Phlebotomus الحامل للعامل المعدي للطفيلي وبعد الدخول فان الدور اللاسوطي amastigote يصيب ويعيش داخل الخلايا (مثل الكريات الوحيدة النواة monocyte وخلايا التهامية اخرى) في الجهاز البطاني الشبكي reticulo-endothelial system . تتكون المناعة ضد اللشمانيا الاستوائية L.tropica بعد الاصابة الاولية اي انها مناعة مكتسبة حيث ان الطفيلي يصيب الخلايا البلعمية في الجلد ويكون تقرحاً سطحياً Superficial sore وهذا التقرح يتماثل للشفاء ذاتياً وبعده تتكون مناعة كاملة ضد الاصابة مرة اخرى بالطفيلي نفسه ولكن اذا ماازيل التقرح جراحياً قبل اكتماله (أو نضوجه) فان الشخص يبقى قابلاً للاصابة مرة أخرى . لايمكن اثبات وجود الاضداد الدائرة [في الدم] في حالة الاصابة بالطفيلي L.tropica بينما تلاحظ المكونات الخلطية humeral components بسهولة في الاصابة بطفيلي L.donovaui وبصورة عامة تتم الاستجابة المناعية في الانسان ضد مرض اللشمانيا عن طريق المناعة الخلوية cellular immunity في المقام الاول . ولكن الاجسام المضادة الدائرة في الدم تلعب دوراً وافياً ضعيفاً فقط . تتكون مجموعة من الخلايا اللمفاوية المعتمدة على الفترة الزعترية

thymus dependent متخصصة نوعياً عند التماس مع مستضدات الطفيلي تقوم بتحطيم الخلايا البلعمية المصابة . ان الآلية الحقيقية التي يتم بواسطتها ازالة الطفيلي غير مفهومة كلياً لكنها تحدث بعدة عمليات يضمنها الالتهام بواسطة الخلايا البلعمية المنشطة أو تأثيرات سمية اللمفوكاينين lymphokines الذي تفرزه الخلايا اللمفاوية المتخصصة على سطح الخلايا البلعمية المصابة أو ربما بواسطة فعالية التحللية .

تحدث بعض المناعة المتبادلة cross-immnnity مع انواع اخرى من طفيليات اللشمانيا اي ان الاصابة باللشمانيا الجلدية تحمي الشخص ضد الاصابة بطفيلي اللشمانيا المكسيكية L-maxicana وطفيلي اللشمانيا البرازيلية L.braziliensis ولكن ليس ضد الاصابة باللشمانيا الاحشائية L.donovani .

الكوكسيديا Coccidia

يظهر ان معظم الحيوانات الالفة تولد مناعة ضد الاصابة مرة ثانية بانواع من الجنس Eimeria التي هي طفيليات اجبارية Obligatory parasites داخل خلايا المعي ان وصول sera الحيوانات المصابة تمنع بشكل فعال الاصابة بالادوار المعدية لـ E.tenella و E.boris والـ E.meleagrimits كما تم اثبات وجود الاضداد الدائرة في الدم بطرق مختلفة والمثير أن النقل المنفعل passive للمناعة عن طريق حقن مصل ممنع الى دجاج غير مصاب لم يثبت نجاحه بعد وانه يكون فعالاً فقط فيما اذا تم ادخال جرعة الاصابة أو جرعة التحدي challenge inpection بفترة قصيرة من حقن المصل الممنع من الحيوان الواهب ان المناعة ضد الايميريا هي خاصة بالنوع speies-specific وبذلك لاتوجد مناعة متبادلة بين الانواع المختلفة . ان الآلية الكاملة للمناعة المكتسبة ضد الايميريا في الدجاج أو الجرذان المختبرية هي غير واضحة ولكن يظهر أن اضداد خلطية humoral antibody معنية في تكون مناعة واقية ولو أن هناك بعض الادلة باشتراك بعض العناصر الخلوية مثل الخلايا ذات النواة المتعددة الاشكال Polymorphnuclear leucocyte والخلايا اللمفاوية والبلعمية .

تنتج اضداداً واقية من طفيلي اخر يعيش داخل خلايا المعي المقوسات الكوندية Toxoplasma gondi ولكن يفقد بان الدور المتكيس للطفيلي هو مقاوم لتلك الاضداد .

المتحولات Amoebae

توجد اميبا الزحار **Entamoeba histolytica** في امعاء الانسان وهي عادة غير ممرضة ويظهر انها تحت مثل هذه الظروف غير ممنعة non-immunogenic ولكن هذه المتحولات يمكنها احياناً اختراق غشاء المعي الطلائي وتنتشر خلال انسجة الجسم وعندئذ يصنع المضيف اضداداً . ويمكن استعمال طرق مصلية لاثبات وجودها وبذلك تساعد في تشخيص الاصابة بداء المتحولات amoebiasis وهناك على الاقل نوعان من الاضداد التي تم التعرف عليها ولكن ليس مؤكداً بأية آلية تتولد المناعة الواقية .

المناعة ضد الديدان Immunity to helminths

تختلف الطفيليات المتعددة الخلايا عن الابتدائيات جوهرياً في ان معظمها لا يتكاثر في داخل خلايا المضيف كما هو الحال في الابتدائيات وبذلك فإن المناعة ضد الديدان تكون موجهة في المقام الاول ضد الطفيلي نفسه وليس قابلياته التكاثرية . هناك رغبة متزايدة في دراسة مناعة اصابات الديدان في اللبائن وخاصة فيما يتعلق بتلك الانواع التي تؤثر على صحة الانسان أو اقتصاده .

في الوقت الذي تكون فيه الاصابات بالابتدائيات مصحوبة غالباً بزيادة في مستويات المصل من IgG و IgM فإن الاصابة بالديدان تتسبب في صنع اضداد من الصنف IgE اي الجسم المضاد الكاشف reagenic antibody الذي يكون متوفراً بشكل متميز في العديد من الدُواد [امراض الديدان] helminthiasis .

المثقبات الثنائية المنشأ Digenea

ان المعلومات المتوفرة عن المناعة في اصابات المثقبات الثنائية المنشأ تعتمد الى درجة كبيرة على دراسة مجموعتين فقط هما المنثقبات Schistosomes وحلزون الكبد **Fasciola hepatica** .

هناك بعض الشك فيما يتعلق بوجود مناعة مكتسبة ضد حلزون الكبد في الابقار والاغنام . قد تلعب التفاعلات الخلوية دوراً مهماً في تكوين مناعة واقية في الحيوانات الاليفة ففي المختبر وجد بأن الفئران المعاملة بخلايا قيمية بريتونية peritoneal exudate cells من فئران واهبة مصابة تعيل ديداناً اقل من حيوانات الضبط controls كما ان استجابات الخلايا T قد تكون ايضاً مسؤولة عن اصلاح الضرر في النسيج بسبب الطفيلي حيث وجد أن الارانب التي اعطيت

مصلا ضد الخلايا اللمفاوية لتثبيط أو كبت استجابات خلايا T تموت بمرض الكبد بسبب الطفيلي وان نقل خلايا من العقد اللمفاوية lymph nodes والطحال spleen من جرذان واهبة donors مصابة الى جرذان حديثة الولادة يوفر درجة ملحوظة من الوقاية ضد اصابة التحدي الاولية challenge infection primary . ولكن عند تكرار ذلك باستعمال الاغنام لايوفر لها أية حماية .

لقد تمت دراسة المناعة في حالات الاصابة بالمنشقات وخاصة المنشقة المانسونية Schitosoma mansoni بتفاصيل كثيرة باستعمال انظمة موديل model systems في الجرذان والفئران وفرود رسياس rhesus . ان الدراسات التجريبية في الانسان هي شرعاً غير مقبولة ولذلك فإن الادلة على وجود مناعة مكتسبة في الاصابات البشرية مشتقة بصورة رئيسية من مصادر وبائية . بصورة عامة يكون الصغار اكثر قابلية للاصابة من الناس البالغين وتتكون حالة تعرف مناعة قبلية premune condition حيث ان الاصابة الاولية تجعل المضيف ممنعاً ضد الاصابات التالية تدعى هذه الحالة في داء المنشقات Schistsomiasis بالمناعة المرافقة concomitant immunity طالما ان الاصابة الاولية لم تقتل بواسطة الاستجابة المناعية وقد ادت هذه الحالة الى الايحاء بأنه ربما كان من الممكن الوقاية ضد الاصابة باستعمال سركاريات مضعفة attenuated cercariae ولكن هناك مشاكل تصاحب هذا الاتجاه ولذلك فإن البحث مستمر عن لقاح من كائنات ميتة dead vaccine الذي يكون له مخاطر قليلة ويكون حقنة بسهولة اكثر . لقد تم اثبات المناعة المكتسبة من نوع المرافقة في الاصابات التجريبية بشكل واضح بالرغم من تكون استجابة مناعية مميتة تستمر الاصابة الاولية وتنتج الديدان البيوض لفترة طويلة من الزمن . يمكن ان تكون المناعة في القرود من نوع rhesus ضد الجرعة الاولية خلال (١٢) اسبوعاً من حقنها بـ (١٠٠) سركاريا للحيوان الواحد . تستغرق الفئران وقتاً اطول لتكوين مقاومة جرعة الاصابة . لقد سجلت استجابة من نوع الشفاء الذاتي self-cure type في بابون baboon مصابة بشدة حيث تمت ازالة الاصابة الاولية ولكن مثل هذه الحالة لاترافق جرعات الاصابة الخفيفة .

ان عملية المناعة المرافقة قد حيرت الباحثين لاكثر من عقد وقد قدمت العديد من التفسيرات للتأثيرات الملاحظة بصورة عامة فقد اصبح مقبولاً بان المناعة المرافقة تنشأ من الاشتراك بمستضدات مشتركة بين المضيف والطفيلي ولكن ليس واضحاً فيما اذا كان الطفيلي يصنع مستضدات مشابهة للمضيف او انه مجرد يربط او يضم مواداً مستضدية من المضيف على سطحه ويأتي الدعم للفرضية الثانية من

التجارب البارعة التي تم فيها زرع المنشقات الى دور البلوغ في الفئران ثم نقلت الى الجهاز البوابي الكبدي لقرود من نوك الرياس المنعة ضد كريات الدم الحمر للفئران ولوحظ بأن الديدان المنقولة بهذه الطريقة قتلت خلال (٢٤) ساعة وقد تم الحصول على نتائج مشابعة باستعمال ديدان مزرعة في اوساط زرعية ـ مصل انسان ثم نقلت الى القرود المنعة ضد كريات الدم الحمر للانسان . ان تلك النتائج تدعم الفكرة بأن المنشقات تضم مستضدات المضيف الى سطحها وبذلك فإنها تصبح متخفية ولا يستطيع المضيف تمييزها بقدر مايتعلق بنظام التمييز المناعي immuno-recoguition system يعتقد ان اصابة التحدي غير قادرة على ضم مستضد المضيف بمعدل كاف لزوغان الاجسام المضادة المنتجة ضد الاصابة الاولية . تم اثبات وجود اضداد قاتلة او مميتة في مصل فرد ممنع بقتل ديدان المنشقات الصغيرة Schistosomula في الوسط الزرعي خلال (٣ ـ ٤) ايام .

لقد تم عزل العديد من الاضداد من مصل الانسان أو الحيوان المصاب بالمنشقات (يستعمل العديد منها كاداة في التشخيص المناعي) ولكن يظهر انه من غير المحتمل ان اياً منها مسؤول بشكل مباشر عن المناعة المكتسبة وهكذا ففي الوقت الذي تتصف به الاصابة بالمنشقات بزيادة في مستويات المصل من IgE فإن معظمه غير نوعي . ان عدم القدرة على اثبات النقل المنفعل passive transfar للواقية من الاصابة باستعمال المصل المنع قاد البعض الى الاعتقاد بأن تفاعلات المناعة الخلوية هي المسؤولة عن المناعة المكتسبة في الاصابات بديدان المنشقات وقد اثبتت التجارب الحديثة حول النقل المنفعل نجاحاً اكثر عند استعمال الجرذان والفئران وليس القرود . اضف الى ذلك فإن وجود مكونات مصلية مميتة قادرة على قتل ديدان المنشقات اليافعة في الوسط الزرعي يوحي بقوة بأن اجساماً مضادة خلطية humoral antibodyes هي في الحقيقة ماتحتاج اليه المناعة المكتسبة وربما تكون كل من الخلايا (B) والخلايا (T) تعملان معاً بطريقة تعاونية ولكن تحتاج هذه الفرضية الى ادلة اخرى .

هناك دلائل واقية بان التفاعلات الخلوية هي المسؤولة عن الامراضية المناعية Immunopmathology في داء المنشقات فالمرض كما شوهد في فأرة مختبرية مصابة بالمنشقة المانسونية يتصف بتضخم الطحال الكبد hepatomegaly and splcoenomegaly وبزيادة الضغط البوابي portal hypertension (اي زيادة ضغط الدم في الوريد البوابي الكبدي) وكذلك دوالي مريئية esophagcal varices . ان انتاج البيوض بواسطة الديدان من الملامح الاساسية في انتاج المرض فزيادة حجم الطحال والكبد الذي يميز داء المنشقات لا يتكون في اصابات الفئران بديدان من جنس آخر أو في اصابات طبيعية بكلا الجنسين لفئران

اعطيت دواءاً لمنع انتاج البيض بواسطة الطفيليات . لقد درس تكوين الورم الجيبي granulomata. (عقد من نسيج مصاب) حول البيوض من مختبرياً وذلك بفحص الالتهاب الرئوي حول بيوض المنشقة التي حقنت بها الفئران عن طريق وريد الذنب واستقرت في الرئتين ان هذه الدراسات تورط التفاعلات الخلوية في تكوين الورم الجيبي . ار الادوية الكافية للمناعة immunosuppressant drugs تمنع تكون الورم الحبيبي حول البيوض . لكن لا يوجد دليل يوحي بان الاجسام المضادة الخلطية هي معينة في الاستجابة ضد بيوض المنشقة المانسونية أو المنشقة اليابانية .

لقد جرت محاولات لاقت بعض النجاح لعزل مستضدات البيوض المسؤولة عن بدء تكوين الورم الحبيبي الذي اعتقد انه يعود الى افراز مستضدات ذائبة من البيضة خلال ثقوب في قشرة البيضة ومن المحتمل ان المستضد الذائب يحفز انتاج وافراز اللمفوكاين من قبل الخلايا اللمفاوية (T) وهذا يجتذب الخلايا الوحيدة النواة mononuclear cells الى البيضة . يتضمن المستضد الذائب في البيضة الانزيمات المفرزة بواسطة البيوض لمساعدتها على المرور خلال انسجة المضيف في طريقها الى البيئة الخارجية . بالمقارنة مع المنشقة المانسونية والمنشقة الدموية يتم تكوين الورم الجيبي في المنشقة اليابانية عبر توسط تفاعلات المستضد مع الجسم المضاد .

الديدان الشريطية Cestodes

تعيش الديدان الشريطية البالغة في تجويف المعي للفقريات وكيرقات في انسجة الفقريات واللافقريات . تختلف الاستجابة المناعية للديدان الشريطية التي تقيم في التجويف نوعاً عن تلك المراحل التي توجد في النسيج حيث ان الاخيرة تكون بتماس اكثر مع آليات دفاع المضيف من الديدان البالغة .

ان المناعة المكتسبة ضد الادوار اليرقية للديدان الشريطية التي تتواجد في الانسجة قد تؤثر في طور العبور transition phase الذي يتم خلاله فقس الجنين في امعاء المضيف ويصيب الغاطية أو اثناء طور النسيج tissue phase الفعلي نفسه . ان الاجنة المنطلقة تكون معرضة للهجوم المناعي في معي المضيف فقد بينت الدراسات التي اجريت على الديدان الشريطية تينيا بيسيفورس **Taenia pisiformis** والهايمينوليبس نانا **Hymenolepis nana** والجيبية المشوكة **Echinococcus granulosus** في المضيف الممنعة فان اجنة تلك الديدان تفشل

في القفس أو انها تفقس لكنها تفشل في اختراق جدار المعي . وان المصل المضاد immune serum قادر على تحطيم اجنة T.pisiformis في الزجاج . وتقاوم الفئران الحاملة لاكياس الدودة الشريطية I.taeniaeformis في اكبادها جرعة التحدي لعدة شهور ويوجد نفس النموذج من المناعة لادوار يرقية لديدان شريطية اخرى مثل تينياهيداتيجينا I.hydatigena والتينا وفز I.ovis والتيناساجيناتا I.saginata والتنابيسيفورس I.pisiformis . ان النقل المنفصل للمناعة عن طريق حقن المصل المضاد أو خلايا الغدد اللمفاوية من المضائف المحصنة كما ان ازالة الغدة الزعترية thymectomy يقلل المناعة الواقية في الفئران ضد الدودة الشريطية الهايمينوليبس نانا H.nana التي تتمكن يرقاتها الكيسانية cysticercoids من النمو في مخاطية امعاء المضيف النهائي . وتعود المناعة الوقاية ضد تكرار الاصابة بالدورة بواسطة استنبات نسيج الغدة الزعترية . كذلك فان الوقاية المنفعلة في حالة الاصابات بالدودة H-rana تكون ايضاً مصحوبة بالاجسام المضادة المصلية وخاصة IgG . وتوحي الدراسات على الاكياس العددية (المائية) للدودة المشوكة الحبيبية E.granulosvs بان مناعة واقية كاملة لاتتكون طالما أن اصابات التحدي عددياً اقل نجاحاً من الاصابة المنعة الاولية ولكنها تبقى حية .

وبالرغم من ان التماس مع انسجة المضيف يتصف بكونه اقل التصاقاً في العديد من الديدان الشريطية البالغة التي تعيش في الامعاء لكنها مع ذلك مكونة للمناعة immunogenic ان الرغبة الحالية مركزة على الديدان الهايمينوليبس دايمنيوتا H.diminuta والهايمينوليبس مايكروستوما H.micro toma والريتينياسيستس سيلاس Rallietina cesticillus والحبيبية المشوكة E-granulosus تنمو الدودة الشريطية H-diminuta بشكل مختلف جداً في جرذان مختبرية وفي الفئران ففي الفأرة تنمو هذه الدودة بشكل طبيعي لمدة عشرة ايام ثم تتوقف عن النمو ويبدأ توقف تكوين الاسلات destrobilation . ان نقل الديدان اعلاه الى جرذان يعيد لها النمو الطبيعي . اذا ماأعطيت الفئران المنعة (اصيبت ثم عولجت بطارد الديدان) جرعة اخرى فان الديدان تموت بسرعة اكثر مما في الاصابة الاولى . الادلة الاخرى للاساس المناعي لتلك الحالات يأتي من استعمال المثبطات المناعية مثل الـ cortisone والـ methot exate والمصل المضاد ضد الخلايا اللمفاوية antilymphocyte serum تشل أو تمنع استجابة الرفض rejection وكذلك توقف تكوين الاسلات . من جهة اخرى فان الجرذ هو المضيف الطبيعي للدودة H-diminuta ويعيل اصابات قليلة الكثافة اي تحتوي بين ١ – ١٥ ديدان ان توقف تكوين الاسلات وفقدان الديدان هو صفة

الاصابات ذات الكثافة العالية ولكن ليس واضحاً فيما اذا كان هذا بسبب الاستجابة المناعية للمضيف أم بسبب التغيير الفسيولوجي الذي يقترن مع ازدحام الديدان في الامعاء . ان الادلة الجديدة تدعم الرأي الأول . اصابات تحدي من ٥٠ أو ١٠٠ دودة لاتعيش بشكل جيد كما في الاصابات الأولية . والذي يمكن تخفيف هذا التأثير بالمعالجة بالكورتيزون اصناف مختلفة من الاجسام المضادة ترتبط على سطح الدودة الشريطية في معي الجرذ وقد يتعارض هذا الارتباط مع امتصاص المواد الغذائية الاساسية ان الدودة الشريطية **H.microstoma** التي تنمو عادة في القناة الصفراوية للفئران تفشل في النمو والبقاء حية في الجرذان ولكن لم يتم التأكد من ان ذلك يعود الى الاستجابة المناعية للمضيف . إن اصابة الفأرة بهذه الدودة تقترن بزيادة مستويات الاجسام المضادة الدائرة في الدم (IgA ، IgE ، IgG) ولكن يظهر أن تلك الاجسام المضادة لاتلعب دوراً في الوقاية .

وبصورة عامة فان مراحل النمو الأولى للديدان الشريطية تكون اكثر كفاءة في تكوين المناعة من الديدان البالغة ولذلك فان المضيف الوسط من القفريات يكون مناعة قوية . اما المناعة المكتسبة ضد الديدان الشريطية البالغة التي تعيش في التجويف ربما كان لها دور السيطرة وليس ازالة الطفيلي . تتعرض يرقات الديدان الشريطية التي تنمو في الحيوانات اللافقرية الى دفاعات تحللية haemolytic defences التي تكون بهيئة عمليات التهامية أو الاحاطة بالحفظة . هناك بعض الادلة بان يرقات الديدان الشريطية التي تعيش في التجويف الدموي للحشرات يمكنها تجنب هذا الدفاع أو انها تتخفى وبذلك فان الخلايا الدموية للمضيف تفشل في التعرف عليها كاجسام غريبة مثل **H.diminutn** في خنافس الطحين flour beetles .

الديدان الخيطية Nematoda

ان الاهتمام في مناعة اللائن ضد الديدان الخيطية الطفيلية في موقع جيد ومركز بشكل خاص على الانواع المرضية ذات الاهمية الاقتصادية أو الطبية للانسان وكذلك على انظمة مختبرية ملائمة . تختلف الديدان الخيطية عن غيرها من الطفيليات الاخرى في طريقة عرضها للمضيف سطحاً من الكيوتكل الذي يكون محفزاً ضعيفاً للمناعة والاكثر من ذلك هو انه من غير المحتمل بان الاضداد أو الدفاعات الخلوية ستكون قادرة على ممارسة أي تأثير مميت بواسطة ارتباطها على كيوتكل الديدان الخيطية وستكون الفتحات الغدية والفمية والشرجية فقط معرضة للتأثر .

إن معظم الاصابات بالديدان الخيطية وبالحقيقة كل الاصابات بالديدان بصوره عامة تحفز المضيف على انتاج اضداد IgE ولكن لايظهر ان تلك الاجسام المضادة مسؤولة كلياً عن تحديد الاصابة . لقد تم التعرف على المستضدات الطفيلية التي تحفز انتاج IgE والتي يطلق عليها الأرجين allergens في بعض الديدان الخيطية . هناك علاقة بين انتاج IgE وزيادة عدد الكريات الحمضة eosinophilia والامراضية المناعية immunopathology في العديد من الاصابات بالديدان الخيطية وقد يتم هذا عبر التحسس anaphylaxis ويتضمن صنع وافراز الهستامين histamine من الخلايا الدقلية mast cells في موقع اصابة أو مأوى الطفيلي تدعى الظاهرة بالشفاء الذاتي self cure وربما لها علاقة مع انطلاق الهستامين في المعي للمضيف المصاب بديدان خيطية جوفية وهذا يؤدي الى تسرب ونضوج بروتينات البلازما الى القناة الهضمية وبالتالي طرد الديدان يحدث الشفاء الذاتي في اصابات الهيموكانس كونتارنس **Haemonchus contortus** في الاغنام واصابات النيبوسترونجلاس برازيلينزيز **Nippostrongylus brazi lensis** في الجرذان . وقد يكون آلية شائعة لطرد الديدان الخيطية التي تعيش في جوف المعي .

ان الطفيلي **Haemonchus contortus** مهم من الناحية الاقتصادية . حيث انه يسبب فقر دم شديد قاتل للاغنام الصغيرة غالباً . لقد وصف الشفاء الذاتي في الاصابة بهذا الطفيلي haemochiosis لاول مرة قبل (٥٠) سنة مضت ويتميز بنقص مفاجيء في عدد بيوض الطفيلي الموجود في براز الحملان lambs بين ١٢ ـ ١٥ اسبوعاً بعد الاصابة . تتكون هذه المناعة عن طريق التهام يرقات خيطية اخرى من المرعى وتحدث في حملان عمرها اكبر من (٤) اشهر . ان التلقيح vaccination ضد هذه الدودة مؤثر جزئياً باستعمال يرقات في الطور الثالث مشعة irradiated والتي يمكنها الهجرة لكنها لاتنمو الى دور البلوغ . ان الاختلافات في استجابات السلالات المختلفة من الاغنام يقلل فائدة هذا الاتجاه للوقاية الاصطناعية artificial protection لقد اقترح بان المستضدات المسؤولة عن تحفيز الشفاء الذاتي تنشأ من سائل نزع الغلاف exsheathing fluid للانسلاخ الثالث .

ان الشفاء الذاتي هو ميزة اصابات **Nippostrongylus brazi lensis** في الجرذان المختبرية . يزداد انتاج بيوض الطفيلي في الجرذان المصابة بشدة بعد ٦ ـ ١٠ ايام من الاصابة ثم ينقص بسرعة مصحوباً بطرد معظم الديدان وتكون الجرذان بعد ذلك مقاومة جداً لاصابات اخرى وبالمقارنة فإن الديدان المعطاة للجرذان على شكل جرعات صغيرة متكررة تعرف الحقن القطري trickle

infections تفشل في تحفيز اية مناعة واقية وان الديدان تبقى حية وتنتج البيوض لفترات طويلة وتوصف بكونها متكيفة وقادرة على البقاء حية بعد نقلها الى مضيف ممنع . لقد ظن في البداية ان الشفاء الذاتي في Nippostrongylus يعود الى عمليتين واضحتين هي الاضداد التي تقوم بتثبيط فعالية الاسيتيل كولين استريز acetylcholinesterase للدودة وتأثيرات الامراضية المناعية على الغطاء الطلائي لمعي الجرذ محولة اياه وسطاً غير ملائم للديدان وتنسب الحالة الاخيرة الى انتاج IgE محفزة انطلاق الهستامين من الخلايا الدقلية ويعتقد ان كلوبينات مناعية اخرى بضمنها IgA ، IgG تلعب دوراً في الشفاء الذاتي ويظهر عند فحص الاستجابة المناعية للجرذ ضد الاستجابة الشديدة بالدودة Nippostrongylus بأن جوانب متعددة من الجهاز المناعي يجب ان تعمل بشكل متوافق ليتم طرد الديدان . ان عملية رفض الديدان تتطلب كلا من الاجسام المضادة والخلايا اللمفاوية المتحسسة بينما تعتبر الان IgE والخلايا الدقلية والخلايا الحمضة مكونات غير اساسية . ان الاضداد الواقية تعود الى صنف IgG من الكلوبين المناعي وليس الى IgA . لقد اتضح بان الصنف الاول يتدخل مع العمليات الايضية للدودة ويسبب ضرراً لقناة الطعام للدودة .

تعتبر الدودة **Trichinella spirallis** التي تسبب داء التراخينا trichinosis للانسان نموذجاً جيداً لدراسة المناعة المكتسبة في الفئران . والجرذان وخنازير غينيا كمضائف مختبرية . لايكون داء التراخينا في الانسان مصحوباً بزيادة ملحوظة في مستويات الاضداد المصلية ولكن الاصابات المتكررة في الحيوانات المختبرية تؤدي الى زيادة كبيرة في معيار titre الكلوبين المناعي الذي يدعى المترسب precipitin . وفي الارانب تزداد مستويات IgM في البداية ثم يتبع ذلك زيادة مستويات IgG ويبقى IgA عالياً خلال فترة الاصابة ويكون استجابة موصفية في المخاطية ضد الطفيلي . يتصف داء التراخينا بانتاج الاضداد الموجهة للخلايا المتجانسة homocytotropic antibodies التي تحفز انطلاق مواد فعالة عقاقيرياً pharmacologically active substances من الخلايا التي ترتبط بها وهذا النوع من الحساسية المفرطة المباشرة immediate hypersensitivity يمكن ملاحظتها بواسطة التآمن المنفعل والفعال active and passive anaphylaxis . تكون الاجسام المضادة الموجهة للخلايا التجانسة في الفأرة على نوعين الاول ضد كاشف reaginic antibody والآخر هو IgG وتحدث مناعة خلوية التهابية inflammatory Cell mediated في داء التراخينا التجريبي وتنتقل بشكل منفعل مع خلايا القيح البريتونية exudate peritoneal cells للفئران المصابة . تتكون مناعة مكتسبة ضد دودة التراخينا بعد اصابة اولية ولذلك يتم طرد يرقات

الاصابات اللاحقة بسرعة من معي المضيف المنع بسبب الاستجابات الالتهابية الموضعية ان المواد الفعالة ضد الالتهاب مثل الكورتيزون cortisone تثبط بشكل ملحوظ طرد يرقات الاصابات اللاحقة كما يعمل نفس الشيء تشعيع جسم المضائف كما ان المصول ضد الكريات اللمفاوية antilymphocyte وضد الثايموسايت antithymocyte تقلل مقاومة الشران الممنعة ضد الجرعات اللاحقة عازية المناعة المكتسبة الى خلايا (T)

وبالرغم من ان الطبيعة الكاملة لآلية المناعة المكتسبة في الحيوانات المختبرية ضد دودة التراخينا تبقى بحاجة الى التوضيح فإن الفكرة الحالية هو ان الطفيلي يطرد من معي المضيف بواسطة آليات التهابية نوعية ومن المحتمل بانها تشتمل على عمليات غير نوعية مغيرة البيئة أو الوسط في المعي جاعلة اياها مكاناً غير ملائم للديدان . ان المناعة في داء التراخينا موجهة بالاساس ضد اليرقات المعدية أو المصيبة اكثر منها ضد الديدان البالغة .

تعتبر دودة الاسكارس **Ascaris summ** في الخنازير والحيوانات المختبرية نموذجاً او موديلاً model ملائماً لداء الصفر ascariasis في الانسان (اي اسكارس لبمريكويدس **Ascaris lumbricoides**) والذي لا يعرف الكثير عم يسببه من مناعة . قد تتضمن المناعة ضد **A. suum** عناصر خلطية وخلوية حيث ان النقل المنفعل للمناعة يمكن ان يتم احياناً بالمصل المضاد antiserum ولكن لا يمكن ذلك بالخلايا اللمفاوية مرة اخرى فإن المناعة الواقية تعمل ضد الديدان المصيبة ولو ان شفاءاً ذاتياً قد تم تسجيله الديدان بالغة في الخنازير تزداد اثناء الاصابة مستويات IgM في البداية ثم يتبع ذلك IgE ، IgG ، IgA لا يعرف لاي صنف من الكلوبينات المناعية تعود الاضداد لواقية بينما الاصابات البشرية بدودة الاسكارس ـ للمقارنة ـ فإن عيارية الكلوبين المناعي لا تزداد دائماً . يتميز داء الصفر التجريبي experimental ascariasis باستجابات التهابية وخلوية موجهة بشكل خاص ضد يرقات الديدان في انسجة المضيف وتتكون اورام حبيبية granulomata حول بيوض الطفيلي ربما كنتيجة للتفاعلات الخلوية . ان اليرقات في الطور الثالث (L_3) هي الاكثر فعالية في تحفيز تكوين المناعة وقد تم التعرف على بعض ميزات مستضدات الطفيلي بوسطة تقنيات الترسيب في الاكار gel precipitation .

لا يعرف الكثير حول المناعة ضد ديدان خيطية اخرى تتطفل على الانسان لقد تمت دراسة الدودة الشصية **Ancgylostoma caninum** في الكلاب مختبرياً وهي مشابهة الى **Nippostrongylus brazilliensis** في الجرذان بالاستجابات المناعية

التي تثيرها . لم يتم دراسة المناعة ضد الديدان الشصية في الانسان تفصيلياً ولكن أعير بعض الاهتمام لدراسة مناعة الاصابات المختبرية والبشرية بالفلاريا فقد استعملت **Litomosoides carini** في جرذان القطن وديدان **Dirofilaria immitis** في الكلاب و **Brugia pahangi** في القطط كانظمة نموذج تؤدي الاصابة في تلك الانظمة الى زيادة في مستويات IgE ، IgG في المضيف الخاص . هناك درجة لا بأس بها من المستضدات المشتركة common antigen بين ديدان الفلاريا التي تعود الى اجناس مختلفة وديدان مسطحة اخرى .

ان العديد من الديدان الخيطية ـ مثل بعض الابتدائيات والديدان المسطحة قادرة على العيش في مضيف ما استجاب ضد الطفيلي بتفاعلات خلوية وخلطية ان تجنب الاستجابة المناعية صفة تتميز بها العديد من الاصابات الطفيلية ولكن هناك القليل حول الآليات المعينة اضف الى ذلك ان هناك تداخلات غير متوقعة بين الديدان الخيطية والاحياء المجهرية في المستوى المناعي فمثلا الفئران المصابة بالطفيليات **Pla modium berghei** و **Trypauosoma brucei** او انواع مختلفة من البابيزيا babesia تفقد الاستجابات المناعية الواقية ضد **Trichuris muris** وكذلك **Trichinella spiralis** . لا يوجد حالياً اي تفسير لتلك الحالات .

التمنع ضد الامراض الطفيلية .

ان تكوين لقاح vaccine للتغلب على اي من الامراض الطفيلية الرئيسية في الانسان او الحيوانات الاليفة يكون ذا اهمية اساسية للطب والاقتصاد في معظم مناطق العالم وخاصة المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية ولكن لسوء الحظ فان انتاج اللقاح لم يلق اي نجاح حقيقي حيث ان العديد من الطفيليات قادرة على تجنب الاستجابات المناعية للمضيف (تغاير المستضد في داء الملاريا والمثقبيات والمناعة المرافقة في داء المنشقات هي امثلة على هذه المشكلة) ومع ذلك فان البحث مستمر والرأي المقبول بشكل واسع هو ان معرفة كاملة للاستجابات المناعية لكل طفيلي هي مطلب اولي لتكوين او تطوير التمنع الاصطناعي artificial immunization . كما رأينا توا في هذا الفصل فان عمق معرفتنا بعيدة عن الاكتمال فيما يخص المناعة ضد اي مرض طفيلي ولكن بالرغم من هذا فهناك نتائج مشجعة في التمنع ضد بعض الطفيليات .

لقد اتبعت طرق مختلفة لانتاج مضائف ممنعة بواسطة المعالجات الاصطناعية منها استعمال الطفيليات المضعفة attenuated parasite ومسحوق متجانس من

نسيج الطفيلي وطفيليات ميتة ومستضدات طفيلي ذائبة وكذلك وقاية هجينة heterologous protection واصابات حة تحت المراقبة والسيطرة وطرق غير نوعية وقد يكون التمنيع الاكثر نجاحاً الذي تم تحقيقه حتى الان تم التوصل اليه من خلال استعمال اليرقات المضعفة في وقاية الابقار ضد الديدان الخيطية للرئتين **Dictyocaulus viviparous** وهناك الآن لقاح متوفر تجارياً ليرقات مشعة توفر مناعة طويلة الامد كذلك تم التوصل الى لقاح مماثل مع يرقات D. filarie في الاغنام و **Ancylostoma caninum** في الكلاب . لقد وجد ان استعمال يرقات مضعفة بواسطة التشعيع يوفر الوقاية لاصابات مختبرية لعدد من الديدان الخيطية الطفيلية بضمنها Brugia malayi ، **Dirofilaria immitis** ، **Capilleria obsignata** ، **Litomosoides carini** ، **Haemonchus contortus** ، **Trichostrongylus colubriformis** . وفي بعض انواع المنشقات **schistosoma marrheci** . لقد تم تكوين لقاح حي مؤثر ضد **Babesia argentina** في استراليا حيث تم ذلك عن طريق الحصول على الطفيلي من عجول ازيل عنها الطحال وبذلك فانها ذات سمية منخفضة lowered virulence ولن تستطيع اصابة القراد الناقل vector لم يلق استعمال الطفيليات المنبة نجاحاً كثيراً وقد ثبت ان استعمال مستضدات طفيلية ذاتية لتحفيز المناعة هو اكثر كفاءة . وهناك مواد ذات كفاءة عالية في تكوين المناعة تم عزلها من عدد من الطفيليات مثل **Trichostrongylus colubriformis** ويرقات **Taenia suginata** و **Taenia ovis** ان احدى التطورات الحديثة التي ينتظر لها مستقبل اكثر في البحث والتنقيب عن لقاحات ملائمة ضد الطفيليات من مناعة الاورام . تعب المعالجة بالـ BCG اي لقاح من Bacillus Calmette Guerin تكون مناعة غير نوعية لعدد كبير من الطفيليات فمثلاً تم التوصل بنجاح مختبرياً مع الفئران المصابة بالبابيزيا Babesia والملاريا والمثقبيات الكروزية **Trypanosoma cruzi** واللشمانيا الاستوائية **Leishmania tropica** واللشمانيا الاحشائية **donovani** . والدودة الشريطية الجيبية المشوكة **Echinococcus granulosus** وكذلك **E. multilocularis** نبقى الآن بانتظار امكانية التمنيع غير النوعي بلقاح BCG ومواد اخرى شبيهة كطريقة عملية في هذا المجال .

الامراضية المناعية

من المعروف جيداً بان الامراضية الناشئة عن الاصابة بالعديد من انواع الطفيليات لها علاقة بالاستجابات المناعية للمضيف ضد الطفيلي . تقسم الامراضية المناعية الى اربعة تحت اصناف تكون بمجموعها الآليات الارجية mechanisms allergic المسؤولة غالباً عن انتاج اعراض المرض .

ميكانيكية النوع الاول

يشتمل هذا الصنف من تفاعلات الحساسية على الامراضية المناعية التي تعود الى الحساسية المفرطة المباشرة immediate hypersensitivity الذي تتفاعل فيه مستضدات الطفيلي مع انسجة المضيف التي قد تحسست بشكل منفعل sensitized passively بواسطة الاضداد وبالتالي محفزة تحرر مواداً فعالة عقاقيرياً التي يمكنها من بين تأثيرات اخرى زيادة نفوذية الدم وتحفيز تقلص العضلات الملساء في المضيف . يطلق المصطلح العام لتاق anaphylaxis على تأثيرات تلك المواد وتدعى الاضداد القادرة على تحسس الانسجة للتاق بالاضداد الموجهة للخلايا المتجانسة homocytotropic antibodies وتعود الى صنف IgE ، ويمكن ان تكون IgG معينة ايضاً . ومن بين المواد الفعالة عقاقيرياً هي الهستامين histamine والسيروتونين serotonin وببيتيدات peptides تدعى كينين kinins (مثل bradykinin)

لقد تم التعرف على تفاعلات الحساسية المفرطة المباشرة في عدد من الاصابات الطفيلية بضمنها **Leishmania braziliensis** ، **Trichomonas foetus** وكذلك **Trypanosoma cruzi** والعديد من اصابات الديدان وتشتمل الحالة الاخيرة على كل من IgG التي تعيش لفترة قصيرة والـ IgE التي تعيش لفترة طويلة من الاجسام المضادة الموجهة للخلايا المتجانسة . ان انتشار تفاعلات الحساسية المفرطة المباشرة في اصابات الديدان يوفر اداة تشخيص مناعي مفيد للتعرف على الافراد المصابة فمثلا تفاعلات الجلد skin reactions من نوع بثرة wheal والوهج flare تعتبر غالباً اداة تشخيصية للاسكارس Ascaris ، التراخينا trichinella والحبيبية المشوكة Echinococcus والمتشقة schistosoma. ، الديدان الشصية hookworms وديدان الفلاريا Filarial worms وديدان عديدة اخرى . في داء الصخر تصاحب تفاعلات هذا النوع من الحساسية حالات

مرضية من ضمنها التهاب القصبات bronchitis والربو القصبي asthma bronchial وزيادة الحمضات الرئوي plunionary eosinophilia وفي داء التراخينا فان التفاعلات تشتمل على حمر fever ، طفح جلدي skin rash وورم مائي oedema وزيادة الكريات الحمضات eosinophil a . اختراق سركاريا المنشقة جلد حيوان لبون متحسس يصاحبها الثرى urticaria وورم مائي تحت الجلد وزيادة في الكريات البيضاء leukocytosis وزيادة في الكريات الحمضات واحياناً ربو قصبي . وتتصف الاصابة بديدان الفلاريا عادة بزيادة الكريات الحمضات بينما تنشأ انتفاخات موقعية local swelling كنتيجة لهجرة الديدان .

ان هذا النوع من التفاعلات الذي يحدث في الكائنات التي لها تجربة سابقة بالاصابة (ضروري ليسبب التحسس) هي ربما غير معنية بشكل مباشر في المناعة الواقية لكنها مع ذلك تؤثر على نمو وتطور الطفيليات وقدرة الطفيلي للهجرة داخل المضيف .

ميكانيكية النوع الثاني

يشتمل هذا الصنف من التفاعلات عادة على التأثيرات المحللة للاضداد المضادة ضد المستضدات التي ترتبط بخلية او اغشية قاعدية . قد يكون المستضد جزءاً مكملاً للغشاء او ربما يصبح ممتزاً اليه . ان كلاً من compliment والخلايا اللمفاوية معنيان في هذا النوع من التفاعلات يعتقد بان فقر الدم الانحلالي haeniolytic anemia في الملاريا ينتج من هذا الصنف من تفاعلات الحساسية وربما كذلك فقر الدم الذي يصاحب داء المنشقات والمثقبيات واللشمانيا والبابيزيا .

ميكانيكية النوع الثالث

ان الامراضية المناعية المصاحبة لهذا الصنف من التفاعلات هي اما التهابية inflemmatory (آرثس arthus) او جهازية systemic (مرض المصل serum sickness) وكلاهما ينتج من تكوين معقدات من المستضدات والاضداد . ويكون المتمم معنياً ايضاً في التفاعلات نوع III . تتصف تفاعلات آرثس بورم مائي وترشيح الخلايا neutrophils وتنخر جدران الشريبات arterioles والوريدان venules واقراصاً دموية محتوية على ثرومبين وكريات بيضاء . ان مرض المصل بسبب معالجة السكان مثلاً بمصل الحيوان نادر اليوم وتشتمل العمليات المرضية المرافقة لهذا الصنف من التفاعلات على التهاب كبيبات الكلية glomerulonephritis في الملاريا وداء المنشقات وآفات كلوية nephrotic lesions في بعض انواع الملاريا .

ميكانيكية النوع الرابع

تتضمن تلك التفاعلات على الاستجابات الخلوية أو الحساسية المفرطة المتأخرة delayed hypersensitivity . لقد تم توضيح تفاعلات الجلد المتأخرة في اصابة الانسان بالمثقبيات واللشمانيا والتركسوبلازما Toxoplasmosis ، وداء المشعرات Trichomoniasis وداء الصفر ascariasis وداء التوكسوكارا toxocariasis ، المنشقات المانسونية Schistosoma mansoni العديد من الطفيليات تسبب تفاعلات الحساسية المفرطة المتأخرة في الحيوانات المختبرية . ويعتبر التقرح المتكون في اللشمانيا الجلدية (L.donovani) والمرض الكبدي الطحالي hepatosplenic (ناشيء عن تكوين ورم حبيبي حول البيوض في النسيج) في داء المنشقات هي امثلة تقليدية على هذا النوع من التفاعلات .

الامراضية العامة

بصرف النظر عن الامراضية المناعية التي نوقشت اعلاه بشكل مختصر فان العديد من الطفيليات تسبب اضراراً لمضائفها ومؤدية الى ظهور اعراض مرضية ان الطفيليات الابتدائية تتكاثر داخل مضائفها في حين ان الديدان لاتفعل ذلك ولهذا فان اي تأثيرات معتمدة على الاضافة في الحالة الاولى في عملية احداث المرض ستعتمد على معدل الانقسام أو التكاثر وفي الحالة الثانية على معدل الاصابة وطول الفترة الزمنية وحجم الطفيلي . ان تلك العوامل لها اهمية خاصة في احداث المرض . ويجب ان يكون واضحاً بانه تحت الظروف الطبيعية هناك الكثير من الطفيليات لاتحدث اي تأثيرات في مضائفها أي ان هناك عدداً غير محدد من الحيوانات التي ربما تكون مصابة بالطفيليات بدون ان يظهر عليها علامات مرضية وحسب تجربة الباحث فمن النادر وجود اسماك وبرمائيات وطيور ولبائن صغيرة خالية من الطفيليات ومع ذلك ان تلك الحيوانات تعيش ظاهرياً في وفاق مع مجموعة الطفيليات التي تحتويها و يظهر من المحتمل بانه تحت ظروف خاصة فقط تنشأ حالات مرضية من الاصابة كما في حالة الزراعة الاحادية الشديدة للاسماك والطيور الاليفة أو الابقار وبذلك فان الرأي القائل بان الطفيلي ـ بالتعريف هو كائن مسبب لمرض رأي غير صحيح حيث ان هناك فقط عدداً قليلاً نسبياً من الانواع مسبب للمرض في البيئات الطبيعية هناك ميل غير مفهوم بين المختصين بعلم الطفيليات لتوجيه الانتباه عن المسببات المرضية وابعاد أو اهمال الانواع غير الضارة الى مرتبة ادنى من الاهمية .

وبالرغم من ذلك فان الانسان والحيوانات الاليفة والبرية يمكن ان تتأثر بشدة بالطفيليات التي تصيبها . تختلف الطرق التي بواسطتها يمكن ان تحدث الامراضية وفيما يلي ملخص لها :-

الضرر الميكانيكي

هناك عدد من الطرق المختلفة التي بواسطتها تسبب الطفيليات ضرراً ميكانيكياً مثلا اثناء الاختراق والهجرة خلال لانسجة واثناء التغذية وخلال فعل اعضاء التعلق وضرر خلوي تحدثه الطفيليات د خل خلايا المضيف تنتج العديد من المثقبات الثنائية المنشأ Digenea التي تصيب الجلد ضرراً موضعياً في نقطة الدخول مع تفاعلات ارجية allergic reactions . ان الضرر الميكانيكي بسبب الاصابة وما يليها من هجرة يعتمد عادة على عدد اليرقات المعيشة كما ان عادات تغذية الديدان وخاصة الديدان الخيطية هي المسؤولة عن الاضرار الموضعية للاغشية الطلائية للمضيف . مثلا الديدان الشصية Hookworms غشاء مخاطية الامعاء للحصول على وجبة من الدم والنسيج وبذلك فانها ربما تترك جروحاً مفتوحة مع ما ينتج من نزف وفقدان في سوائل النسيج . يقترن الضرر الميكانيكي الذي يعزى الى اعضاء التعلق مع المثقبات الثنائية المنشأ والديدان الشريطية . وقد يسبب او لايسبب رأس الدودة الشريطية غير المسلحة ان التي تفتقد الى الكلاليب كما في الديدان التي تعود لرتبة السيدوفيليديا Pseudophyllidae اضراراً في نسيج مخاطية المضيف بينما يميل وجود الكلاليب على الرأس ليكون اكثر ضرراً بصورة عامة يقترن تعلق الديدان الشريطية بمخاطية الامعاء مع تقرحات التهابيه وتلييف متميز وتنتج المثقبات الثنائية المنشأ مثل الفاشيولاهيباتكا **Fasciola hepatica** حالات مرضية بواسطة التحطيم الميكانيكي لنسيج المضيف ويعزى هذا الضرر الى اشواك الجسم واعضاء التعلق والى وجود الطفيلي في القنوات الضيقة في الكبد كما ان فقر الدم الناتج من التهام كريات الدم الحمر (مثل المنشقة المانسونية **schistosoma mansoni** والفاشيولاهيباتيكا **Fasciola hepatica** والهيموكنس كونتورتس **Haemonchus contortus**) أو من التحلل الدموي (مثل الملاريا) هي اشكال اخرى من الضرر الميكانيكي . وربما تسبب الاصابات الشديدة للطفيليات التي تعيش في القنوات الصفراوية انسداد القنوات التي توجد فيها مع مايصاحب ذلك من امراضية مثل الطفيلي **F-hepatica** في القناة الصفراوية . والملاريا في الوريدات الكبدية والديدان الشريطية في الامعاء . ان خطورة الضرر الميكانيكي الناتج عن الاصابة الطفيلية يتناسب غالباً بصورة طردية مع عدد الطفيليات الموجودة وحجم وسلوك الطفيلي ومعدل انقسامه اذا كان من الابتدائيات .

تأثيرات السموم

تنتج اكثر السموم الفعالية المعروفة للانسان بواسطة البكتريا وتضم الكزاز tetanus والدفتيريا diphtheria والوشيمية botulism . وبالمقارنة فان معظم الطفيليات لاتطلق مواد سامة في م وانسجة مضائفها بالرغم من ان سموماً يعتقد انها تنتج بواسطة الاسكارس وبعض المثقبات ثنائية المنشأ كالمنقات وبعض الديدان الشريطية كالمونيزيا moniezia والعديد من الابتدائيات مثل البلازموديوم Plasmodium والساركوستس Sarcocystis ولكن لايوجد دليل مقنع يدعم هذه الملاحظة ففي الملاريا على سبيل المثال يعتقد ان هناك مادة سامة تمنع التنفس بواسطة المايتوكوندريا mitochondrial respiration والتأكسد الفسفوري oxidative phosphorylation في الخلايا ولكن لم يتم عزل هذه المادة او التعرف عليها .

التأثيرات على نمو خلية المضيف :

هناك العديد من الطفيليات المسؤولة عن تحفيز تغيرات في خلية المضيف وفي أشكال نمو النسيج ومثل هذه التغيرات تكون اكثر شيوعاً على شكل فرط التنسج hyperplastic اي نمو خلية بدور تكاثر الخلية أو تكوين اورام neoplastic اي نمو خلية جديدة كما في تكوين الاورام . يقترن زيادة التنسج مع عدد من الاصابات بضمنها ايميريا Eimeria ، المنشقة الدموية **Schistosoma haematobium** والپاراكونياس ويسترماني **Fasciola hepatica Paragonimus westermani** والعديد من الاصابات بالديدان الشريطية البالغة . اما تكوين الاورام فقد وصفت في الاصابات بالدودة الشريطية تينيا تينيافورمس Taenia taeniaeformis في القوارض المنشقة الدموية في الانسان .

التأثيرات على الجهاز التناسلي المضيف

هناك عدد قليل من الحالات الموثقة جيداً التي يتحطم أو يتغير فيها نسيج الجهاز التناسلي للمضيف بسبب وجود الاصابة الطفيلية . ان المصطلح العام لهذه الظاهرة هو اخصاء طفيلي parasitic castration واحسن الامثلة المعروفة هي الساكيولانيا **Sacculina Parasitica** (كائن قشري) التي تسبب انقلاب أو تغير جنسي في ذكر السرطانات crab والعقم في الاناث وكذلك **Ligula intestinalis** (برقة من نوع بيروسركويد plerocercoid لدودة شريطية من رتبة السيدوفيليديا Pseudophyllidae) التي تسبب الضمور أو التردي والعقم في

الاسماك من جنس cyprinid . ان آلية الاخصاء في كل من المثالين اعلاه غير مفهومة ويظهر من المحتمل بان الطفيليات تطلق أو تفرز مركبات تقلد فعالية الهرمونات الجنسية للمضيف ولكن البحوث الكثيرة لم تبرهن على ذلك حتى الآن . ان يرقات بعض المثقبات الثنائية المنشأ تؤدي ايضاً الى اخصاء مضائفها الوسطية من الرخويات مثل **Himasthla secunda** و **cercaria emaculers** وكذلك **cercaria mitfordensis; Lithorina littorea** في-**cercaria lophocerca** في **Mytilus edulis** وكذلك **Leucochloridium paradoxum** في **Succinea putris** ولكن الآليات التي تتم بها غير معروفة ايضاً .

التأثيرات الايضية

ان العديد من الطفيليات قد تسبب تغييراً في لطرق الأيضية المختلفة لمضائفها ولكن عدداً قليلاً منها موثقة ومن بين الامثلة المعروفة جداً هو فقر الدم الخبيث pernicious aenaemia ونقص فيتامين B_{12} التي تميز بعض اصابات الانسان بالدودة الشريطية دايفيلوبوثريام لاتم **Diphyllobotherium latum** وكذلك تأثيرات تحفيز النمو ليرقات **Spirometra mansonoides** (من رتبة السيدوفيليديا) في الجرذان المختبرية والفئران . وفي الحالة الاخيرة فان تأثير النمو يعود الى الطفيلي الذي يفرز مادة نمو اليرقانة الشريطية spargnum growth factor التي تقلد فعاليات هورمون النمو في اللبائن ولهذا اهمية قابلة للتساؤل حيث ان اليرقانة الشريطية spargarum أو بليروسركويد plerocercoid تصيب ثعابين الماء عادة وهي نميت في الجرذان كنموذج مختبري فقط . توجد تأثيرات محفزة للنمو مشابهة في الاصابات الطبيعية في الرخويات ليرقات المثقبات الثنائية المنشأ وان ظاهرة تضخم كائن الرخوي بسبب الطفيلي معروفة جيداً وهناك بعض يرقات المثقبات الثنائية المنشأ المتطفلة على الرخويات قد تظهر التأثير المعاكس اي يتوقف نموها . ان التاثيرات لتلك التفاعلات ليست وشيكة بعد .

الخلاصـــة

١ ـ جميع الحيوانات مزودة بآليات دفاع لازالة أو السيطرة على الكائنات المصيبة تستخدم الفقريات خلايا بلعمية غير نوعية واجساماً مضادة نوعية . لاتشكل الاضداد مظهراً في دفاعات اللافقريات وقد وصفت في الصفحات السابقة بشكل مختصر آليات الدفاع في اللبائن .

٢ ـ ان المناعة ضد الابتدائيات مشوشة بسبب ظاهرة التغاير المستضدي التي بواسطتها يمكن للطفيلي التخفي عن الجهاز المناعي في المضيف بتغيير تركيبه المستضدي بين حين وآخر . تمت دراسة المناعة ضد طفيليات الملاريا والمثقبيات واللشمانيا بشكل واف ولكن هناك املاً ضعيفاً في لقاح مؤثر ضد اي من تلك الطفيليات المهمة في الوقت الحاضر . ان العلاقة بين **Trypanosoma lewisi** والابلاستين ablastin يمثل نموذجاً مهماً للمناعة المكتسبة . ويقترن التمنع القبلي premunition (حيث ان الاصابة الاولية لاتزال بواسطة المضيف المنع) ضد اصابات الابتدائيات .

٣ ـ تتميز المناعة ضد الديدان بزيادة في مستويات الاضداد الدائرة [في الدم] IgE وتتميز الاصابات المنشقة بمناعة مرافقة concomitant iminunity والتي يعتقد انها آلية لتجنب الاستجابة المناعية . ان المناعة ضد يرقات الديدان الشريطية قد تكون واقية ولكن في حالة الاصابة بالادوار البالغة فانها قد تسيطر اكثر على تزيل الطفيلي . كذلك وصفت بعض الاستثناءات .

٤ ـ يحدث الشفاء الذاتي اي طرد مفاجيء للديدان في العديد من اصابات الديدان الخيطية غالباً بعد اصابة اولية شديدة . والتفاعلات الالتهابية هي المسؤولة عن طرد الديدان في بعض الديدان الخيطية .

٥ ـ تجنب الاستجابة المناعية هو مظهر مشترك للعديد من الاصابات الطفيلية تمثل هذه الحقيقة مشكلة خطرة في تطوير لقاح اصطناعي ضد الطفيليات هناك عدد قليل من طرق التمنيع متوفرة تجارياً واكتسب نجاحاً جديراً بالملاحظة .

٦ ـ اربعة اصناف من الامراضية المناعية معروفة تكون فيها الاستجابة المناعية للمضيف مسؤولة عن انتاج انواع مختلفة من الاعراض المرضية . آليات ممرضة اخرى في الاصابات الطفيلية تضم الضرر الميكانيكي وتأثيرات سمية وتأثيرات نمو (زيادة لتنسج وتكوين الاورام) وتأثيرات على الجهاز التناسلي للمضيف وتغيرات اخرى عديدة .

مسرد بالكلمات مع شرح لها Glossary

Agglutination ـ التكتل ـ ترابط الخلايا بواسطة الاضداد الموجهة ضد مستضدات سطحية surface antigrus مسببة تجمع الخلايا المصابة .

Allosteric mechanisms . آليات

(في علم الانزيمات والنقل بواسطة الغشاء) تثبيط او منع فعالية الانزيم او عملية نقل بواسطة الارتباط الغير تنافسي للجزيئات في مواقع غير المواقع الفعالة من الانزيم او الحامل لنظام نقل anastomosis تشابك فرع عادة تدل على نظام قنوات متفرع مثل المعي .

ATP : ثالث فوسفات الادينوسين جزيئة غنية بالطاقة التي تتحلل الى فوسفات ثنائية واحادية لتزويد الطاقة .

Babesiasis مجموعة امراض تسببها بوغيات Sporozoa من جنس البابيزيا babesia وتنتقل الى الفقريات بواسطة القراد .

Bifid : مقسوم الى جزئين .

Bipolar body : تركيب سايتوبلازمي قضيبي الشكل يوجد في **Crithidia oncopelti** ويعتبر الان من قبل معظم العاملين كبكتريا متعايشة داخلياً .

Cercaria . مرحلة يرقية ثانية في المثقبات ثنائية المنشأ التي تنطلق من القواقع وتبحث عن المضيف التالي في دورة الحيا ـ الحركة بواسطة السباحة أو الزحف .

Chemotherapy معالجة اي مرض بواسطة الادوية المصنعة .

Coccidiosis مصطلح اعتباطي للامراض التي تسببها بعض انواع الكوكسيديا Coccidia عادة تدل على الاصابة بالاجناس **Isospora Lankasterella Eimeria Complimenl** (في المناعة) سلسلة من سبعة بروتينات تعمل بالتعاقب بعد التنشيط بواسطة الاضداد . المحصلة النهائية هو تحلل الخلايا المصيبة تثبيت المتمم يزود باداة تشخيص مناعي مهم للاستدلال على العديد من الامراض الطفيلية .

Coracidium يرقة دودة شريطية حرة المعيشة مهدبة .

Cysticercoid يرقة دودة شريطية متكيسة شائعة في Cyclophyllidae

Cysticercosis اصابة اللبائن بيرقة الدودة الشريطية cysticercus عادة تعود الى جنس Taenia

Cytostome تركيب واضح يشبه الفم على سالح بعض الابتدائيات ربما يتم خلاله الحصول على جزيئات غذائية كبيرة .

Cytotoxicity (في المناعة) تحلل خلايا غريبة يعقب تثبيت المتمم بواسطة اضداد موجهة ضد سطوح الخلية .

Echinostomes رتبة في المثبات الثنائية المنشأ التي يكون فيها السركاريا الدودة البالغة غالباً يمتلكان طرفاً حول الفم مزوداً بالاشواك .

Embryophore غشاء مشخن بسيط يرقة دودة شريطية في داخل البيضة ملاصق جداً للغلاف الداخلي .

Endoplasmic reticulum تراكيب غشائية في Cytosol العديد من الخلايا متطورة كثيراً في الخلايا الفارز للبروتين عند مرافقتها مع الرايبوسومات مكونة شبكة اندوبلازمية خشنة او حبيبية .

Exflagellation : في طفيليات الملاريا . قبل التلقيح . تكون الخلية المولدة للكميت الذكري (8) اسواط تبرز خلال سطح الخلية المذكورة اعلاه .

Fascioliasis . مرض حلزون الكبد للابقار ، للاغنام . الانسان المتسبب عن المثقبة الثنائية المنشأ Fasciola والاجناس القريبة .

Filariasis مجموعة امراض الانسان والحيوان تسببه الديدان الخيطية الفلاريا ـ بضمنها داء الفيل وعمى النهر وغيرها .

Gamogony العملية الجنسية لانتاج الكميتات وخاصة في الابتدائيات

Gastrodermis البطانة الطلائية للمعي في اللافقريات .

Golgi apparatas تركيب معقد من الحويصلات والاغشية موجودة في العديد من الخلايا (سمي بعد مكتشفه Gamillo Golgls) مسؤول عن انتاج اجسام افرازية .

Gynaecophoric canal . اخدود يمتد على طول ذكر المنشقة الذي تستقر فيه الانثى Haemoflagellates ابتدائيات سوطية تعيش في الدم وتشتمل على المثقبيات والاشكال القريبة .

Hapten جزيئة صغيرة التي تكون نفسها غير ممنعة ولكن يمكنها الاتحاد مع الضد وربما تحفز استجابات مناعية عندما تتحد مع جزيئات حاملة carriers

Helminth مصطلح عام يضم الديدان المسطحة ، الديدان الخيطية ، وشوكية الرأس

Helminthiasis اصابة بدودة طفيلية ليس بالضرورة ان تنتج اعراضاً مرضية

H mocytotropic antibiodies reagin (IgE) اضداد تسبب عند تماسها مع المستضد انطلاق مواد منشط لازمية rasoactive وهستامين histamine من خلايا دقلية mast cells

In vitro culture النمو الاصطناعي والمحافظة على الطفيليات خارج جسم المضيف الطبيعي

In vivo culture المحافظة على الطفيليات داخل جسم مضيف حيواني او نباتي
Kinetoplast منطقة متميزة في مايتوكوندريون المثقبيات يحتوي على DNA فريد
Leishmaniasis مجموعة امراض تسببها ابتدائيات من جنس اللشمانيا وتضم الكالاازار ، والحبة الشرقية
Logical anthelminthics ادوية مصنعة من الطفيليات طورت من معرفة طرق الكيمياء الحياتية للطفيليات شيء مثالي نادر الوصول اليه .
Lymphakines عوامل وسيطة في تفعلات الحساسية المتأخرة delayed hypersensitivity الذي يتحرر من الخلايا اللمفاوية (T) بعد التماس مع المستضدات
Lysis عملية انشطار أو تحلل كما في تحلل الدم انفجار كريات الدم الحمر تحلل البروتين ، التحلل الانزيمي للبروتينات
Lysosme حبيبية ذات قدرة تحللية شائعة في cyto.ol الخلية البلعمية تنشأ من جهاز كولجي .
Malaria مرض الطيور واللبائن يتسبب بواسطة الابتدائيات التي تعيش في الدم من جنس البلازموديوم ، ملاريا الانسان هي مرض استوائي ذو اهمية كبيرة
Metacercaria مرحلة يرقية في دورة حياة العديد من المثقبات الثنائية المنشأ والتي تسبق الدور البالغ مباشرة وربما تتكيس أو لاتتكيس طفيلية
Micelle معقد من جزيئات دهنية في محلول والتي تكون فيه النهايات كارهة للماء hydrophobic ends للجزيئة متجهة بعيداً عن الطور المائي aquous phase
Microtriches البروزات التي تشبه الزغبيات الدقيقة على سطح الدودة الشريطية تتصف بنهايات صلدة غير معروفة الوظيفة .
Miradium اليرقة الاولى في المثقبات الثنائية المنشأ يرقة مهدبة سابحة تنطلق من البيضة تبحث وتخترق المضيف القوقع .
Naive (في المناعة) حيوان ما ليس له سابق تجربة بالاصابة بطفيلي ما .
Neoteny تطور نضوج جنسي ميكسر precocious في شكل يرقي
Oncomeraciduim اليرقة المهدبة الحرة السباحة للمثقبات وحيدة المنشأ monogenea.
Oncosphore مرحلة يرقية لدودة شريطية ذات ست اشواك
Opsonising antibodes (opsonins) الاضداد التي تنمو مع سطوح خلايا غريبة وتنشط الالتهام بواسطة الخلايا البلعمية
Peyer's patches عقد من تسبيح لتادي في جدار امعاء اللبائن مسؤولة عن الوقاية ضد الطفيليات المعوية .

photoreceptors . اعضاء حسية متحسسة للضوء (البقع الضوئية ـ العيون وغيرها) .

Pinocytosis مرور الجزيئات الكبيرة (macromolccules) عبر الاغشية السطحية وتشتمل على تكوين حويصلات

Pleraceroid يرقة في مرحلة نمو متقدمة لدودة شريطية من رتبة

Pseudophyllidae يطلق عليها احياناً Sparagrium

Polymorph الكريات البيض ذات النواة المتعددة الاشكال .

precipitation تكوين معقد مرأي عند خلط مستضدات ذائبة مع اضداد ذائبة مثل هذا المعقد يلعب دوراً مهماً في التشخيص المناعي

Premunition حالة في المناعة الوقائية التي تعتمد على وجود الطفيلي المصيب . التخلص الكامل من كل الطفيليات سيجعل المضيف قابلاً للاصابة مرة ثانية .

Pracercoid يرقة دودة شريطية متكونة أو نشأ من كوداسيديوم

coracidium عادة لها تركيب يشبه الذنب يدعى cercomer . يرقة طفيلية

Proprioreceptor مستقبل حسي الذي يزودنا بالمعلومات حول الظروف الداخلية مثل مستقبل التمدد stretch nc ceptsr

Protandry (في الخنثى) يتكون الجهاز التناسلي الذكري قبل الجهاز التناسلي الانثوي .

Recrudescence في الملاريا . عودة المرض لفترة قصيرة بسبب بقاء اشكال الطفيلي داخل الكريات الحمر . relapse هو عودة المرض لفترة طويلة بسبب بقاء الاشكال خارج الكريات الحمر .

Redia مرحلة يرقية من المثقبات الثنائية المنشأ تتكون داخل المضيف القوقع .

Redox . حالة الاختزال ـ التأكسد .

Rhorecetor عضو حسي الذي يستجيب لاتجاهات تيار الماء

Ribosome وحدة تركيبية داخل الخلية مسؤولة عن صنع البروتين

Salivria مثقبيات عادة تنتقل بواسطة ذباب التسي تسي التي تعيش فيها الطفيلي في الفم الامامي من المعي واعدد اللعابية الانتقال يتم عن طريق لسع الناقل مثل المثقبيات .

Sanguinivorous متغذية على الدم

Schistosomiasis المرض الذي تسببه مثقبات الدم من جنس المنشقات والاجناس الغريبة . الاشكال الثلاثة التي تصيب الانسان (المنشقة المانسونية الدموية ـ اليابانية) هي مماكل استوائية كبيرة .

Schizogony التكاثر اللاجنسي في الابتدائيات لتكوين شايزونت Schizont أو ميروزويتات merozoites

Scolex عضو التعلق الامامي للديدان الشريطية البالغة

(Sporocyst) مرحلة يرقية في داخل المضيف رخوي في المثقبات ثنائية المنشأ تنشأ من اليراسيديوم . توجد في البداية كشكل كيسياوي والتي منها تتكون اكياس ثانوية (daughters)

Sporocyst 2 دور كيسي لبعض الابتدائيات التي تحتوي على السبوروزويتات Sprogony Sporozoites تكاثر لاجنسي في العديد من الابتدائيات لتكوين بويغات

Sterocoraria المثقبيات التي تتكون في الجزء الخلفي من معي الحشرة الناقلة يحدث الانتقال مع براز المضيف خلال فعالياته الغذائية .

Sterile immunity المناعة التي تتسبب في ازالة الاصابة بشكل كامل

strigoid تدل على المثقبات ثنائية المنشأ لفزق العائلة Strigeoidea

Strobila الجسم المقسم او القطع لدودة شريطية بالغة

Taeniasis المرض الذي تسببه ديدان شريطية من جنس التينيا Taenu مثل **T. solium** دودة شريطية للخنازير التي تصيب الانسان Tangoreceptor مستقبلات لمس

Taxis الحركة نحو حافز خاص أو بعيداً عنه مثل phototaxis geotaxis

Theilerasis أمراض الابقار الأغنام ـ الماعز تسببه ابتدائيات من جنس Theileria تنتقل بواسطة القراد .

Trypanosomiasis مرض تسببه ابتدائيات سوطية دموية من جنس المثقبيات والاجناس القريبة مثل مرض النوم . ومرض لشاكاس .

APPENDIX

AN OUTLINE CLASSIFICATION OF PARASITES

Phylum Protozoa
- Subphylum Sarcomastigophora
  - Superclass Mastigophora
    - Class Zoomastigophora
      - Order Rhizomastigida (*Histomonas*)
      - Order Kinetoplastida
        - Suborder Bodonina (*Cryptobia*)
        - Suborder Trypanosomatina (*Trypanosoma, Leishmania*)
      - Order Retortomonadida
      - Order Diplomonadida (*Giardia*)
      - Order Oxymonadida
      - Order Trichomonadida (*Trichomonas*)
      - Order Hypermastigida (*Trichomympha*)
  - Superclass Opalinata (*Opalina*)
  - Superclass Sarcodina (*Entamoeba, Hartmanella*)
- Subphylum Apicomplexa
  - Class Sporozoa
    - Subclass Gregarinasina (*Monocystis*)
    - Subclass Coccidiasina
      - Order Protococcidiorida
      - Order Eucoccidiorida
        - Suborder Adeleorina (*Hepatozoon*)
        - Suborder Eimeriorina
          - Family Selenococcidiidae
          - Family Aggregatidae
          - Family Caryotrophidae
          - Family Lankasterellidae (*Lankasterella*)
          - Family Eimeriidae (*Eimeria, Isospora*)
          - Family Cryptosporidiidae
          - Family Pfeifferinellidae
          - Family Sarcocystidae
            - Subfamily Toxopiasmatinae (*Toxopiasma*)
            - Subfamily Besnoitiinae
            - Subfamily Sarcocystinae (*Sarcocystis*)
        - Suborder Haemosporina (*Plasmodium, Haemoproteus*)
    - Class Piroplasmida (*Babesia, Theileria*)
- Subphylum Cnidospora
  - Class Myxosporidea
  - Class Microsporidea

Phylum Protozoa—*continued*
- Subphylum Ciliophora
  - Class Ciliata
    - Subclass Holotricha (*Balantidium, Ichthyophthirius*)
    - Subclass Peritricha (*Trichodina*)
    - Subclass Suctoria
    - Subclass Spirotricha (*Nyctotherus, Entodinium*)

Phylum Platyhelminthes

- Class Monogenea
  - Order Monopisthocotylea (*G[illegible]radactylus*)
  - Order Polyopisthocotylea (*Po[illegible]ystoma, Entobdella, Diclidophora*)
- Class Digenea
  - Subclass Gasterostomata (*Bucc[illegible]alus*)
  - Subclass Prosostomata
    - Order Strigeata
      - Superfamily Strigeoidea (*D[illegible]plostomum*)
      - Superfamily Schistosomatoidea (*Schistosoma*)
      - Superfamily Azygoidea
      - Superfamily Transversotrematoidea
    - Order Echinostomata
      - Superfamily Echinostomatoidea (*Fasciola*)
      - Superfamily Paramphistomoidea
      - Superfamily Notocotyloidea (*Notocotylus*)
    - Order Plagiorchiata
      - Superfamily Plagiorchioidea (*Haematoloechus, Haplometra*)
      - Superfamily Allocreadioidea (*Allocreadium*)
    - Order Opisthorchiata
- Class Cestoidea
  - Subclass Cestodaria
    - Order Amphilinidea
    - Order Gyrocotylidea
  - Subclass Eucestoda
    - Order Tetraphyllidea (*Phyllobothrium*)
    - Order Proteocephalidea (*Proteocephalus*)
    - Order Caryophyllidea (*Caryophyllaeus*)
    - Order Trypanorhyncha (*Lactorhynchus*)
    - Order Pseudophyllidea (*Ligula, Diphyllobothrium*)
    - Order Cyclophyllidea (*Taenia, Hymenolepis, Echinococcus*)

Phylum Nematoda

- Class Aphasmidea
  - Order Trichinellida (*Trichuris, Trichinella*)
  - Order Dictyophymatida
- Class Phasmidea
  - Order Rhabdidata (*Rhabdias*)
  - Order Strongylata (*Ancylostoma*)
  - Order Ascaridata (*Ascaris*)
  - Order Oxyurata (*Heterakis*)
  - Order Spirurata (*Tetrameres*)
  - Order Camallanata (*Camallanus, Dracunculus*)
  - Order Filariata (*Wuchereria, Loa, Brugia*)

Phylum Acanthocephala

- Class Archiacanthocephala (*Moniliformis*)
- Class Palaeacanthocephala (*Polymorphus*)
- Class Eoacanthocephala (*Neoechinorhynchus*)

قراءة اضافية

FURTHER READING

General — عام

Baer, J. G. (1971) *Animal Parasites*, World University Library, London.

Baker, J. R. (1969) *Parasitic Protozoa*, Hutchinson University Library.

Chandler, A. C. and Read, C. P. (1960) *Introduction to Parasitology*, Wiley.

Cheng, T. C. (1973) *General Parasitology*, Academic Press.

Crofton, H. D. (1966) *Nematodes*, Hutchinson University Library.

Kennedy, C. R. (1975) *Ecological Animal Parasitology*, Blackwell.

Read, C. P. (1970) *Parasitism and Symbiology*, Ronald Press.

Read, C. P. (1972) *Animal Parasitism*, Prentice Hall

Schmidt, G. D. and Roberts, L. S. (1977) *Foundations of Parasitology*, Mosby.

Chapter 2 — الفصل الثاني

Bennet-Clark, H. C. (1976) "Mechanics of nematode feeding", in *The Organisation of Nematodes*, editor N. A. Croll, Academic Press 313–342.

Clegg, J. A. and Smyth, J. D. (1968) "Growth, development and culture methods: parasitic platyhelminths", in *Chemical Zoology II. Porifera, Coelenterata and Platyhelminthes*, editors M. Florkin and B. T. Scheer, Academic Press, 395–466.

Conner, R. L. (1967) "Transport phenomena in Protozoa", in *Chemical Zoology I. Protozoa*, editor G. W. Kidder, Academic Press 309–350.

Dewey, V. C. (1967) "Lipid composition, nutrition and metabolism", in *Chemical Zoology I. Protozoa*, editor G. W. Kidder, Academic Press, 93–161.

Erasmus, D. A. (1977) "The host-parasite interface of Trematoda." *Advances in Parasitology*, **15**, 201–243.

Hockley, D. A. (1973) "Ultrastructure of the tegument of *Schistosoma*." *Advances in Parasitology*, **11**, 233–305.

Jennings, J. B. (1968) "Nutrition and digestion in *Chemical Zoology II. Porifera, Coelenterata and Platyhelminthes*, editors M. Florkin and B. T. Scheer, Academic Press, 305–327.

Kidder, G. W. (1967) "Nitrogen: distribution, nutrition and metabolism", in *Chemical Zoology I. Protozoa*, editor G. W. Kidder, Academic Press, 93–161.

Lee, D. L. (1972) "The structure of the helminth cuticle." *Advances in Parasitology*, **10**, 347–379.

Mettrick, D. F. and Podesta, R. B. (1974) "Ecological and physiological aspects of helminth-host interactions in the mammalian gastrointestinal canal." *Advances in Parasitology*, **12**, 183–279.

Pappas, P. W. and Read, C. P. (1975) "Membrane transport in helminth parasites: a review." *Experimental Parasitology*, **37**, 469–530.

Read, C. P. (1971) "The microcosm of intestinal helminths", in *Ecology and Physiology of Parasites*, editor A. M. Fallis, Adam Hilger Ltd., 88–200.

Read, C. P., Rothman, A. H. and Simmons, J. E. (1963) "Studies on membrane transport, with special reference to parasite-host integration." *Annals of the New York Academy of Science*, **113**, 154–205.

Smyth, J. D. (1977) *Introduction to Animal Parasitology*, 2nd edition, Hodder and Stoughton.

Taylor, A. E. R. and Baker, J. R. (19 8) *The Cultivation of Parasites in vitro*. Blackwell.
Von Brând, T. (1973) *Biochemistry o Parasites*, 2nd edition, Academic Press.

الفصل الثالث

Chapter 3

Atkinson, H. J. (1976) "The respira ory physiology of nematodes", in *The Organization of Nematodes*, editor N. A. Croll, cademic Press, 243–272.
Barrett, J. (1976) "Bioenergetics i helminths", in *Biochemistry of Parasites and Host-Parasite Relations*, editor H. Va den Bossche, North Holland, 67–80.
Bryant, C. (1970) "Electron transp rt in parasitic helminths and Protozoa." *Advances in Parasitology*, **8**, 139–172.
Bryant, C. (1975) "Carbon diox le utilisation in parasitic helminths." *Advances in Parasitology*, **13**, 35–69.
Coles, G. C. (1973) "The metabo sm of *Schistosoma*: a review." *International Journal of Biochemistry*, **4**, 319–337.
Coles, G. C. (1975) "Fluke bioch mistry—*Fasciola* and *Schistosoma*." *Helminthological Abstracts* (*A*), **44**, 147–162.
Gutteridge, W. E. and Coombs, G. H. (1977) *Biochemistry of Parasitic Protozoa*, Macmillan.
Hill, G. C. (1970) "Characterization of the electron transport systems present during the life cycle of African trypanosom s", in *Biochemistry of Parasites and Host-Parasite Relations*, editor H. Van den B sche, North Holland, 31–50.
Hill, G. C. and Anderson, W. A. 1970) "Electron transport systems and mitochondrial DNA in Trypanosomatidae: a eview." *Experimental Parasitology*, **28**, 356–380.
Lee & Atkinson (1976) *Physiology o Nematodes*, 2nd edition, Macmillan Press.
Read, C. P. & Simmons, J. E. (963) "Biochemistry and physiology of tapeworms." *Physiological Reviews*, **43**, 263– 05.
Saz, H. J. (1969) "Carbohydrate nd energy metabolism of nematodes and Acanthocephala." *Chemical Zoology*, **3**, 329–360.
Smith, M. H. (1969) "Do intestinal arasite require oxygen?" *Nature*, **223**, 1129–1132.
Von Brand, T. (1973) *Biochemistry o Parasites*, 2nd edition, Academic Press.

الفصل الرابع

Chapter 4

Borst, P. and Fairlamb, A. H. (976) "DNA of parasites, with special reference to kinetoplast DNA," in *Biochem try of Parasites and Host-Parasite Relations*, editor H. Van den Bossche. North Holla l Publishing Co., 169–192.
Dewey, V. C. (1967) "Lipid compos ion, nutrition and metabolism", in *Chemical Zoology, I: Protozoa*, editor G. W. Kidd . Academic Press, 162–274.
Gutteridge, W. E. and Coombs, G. H. (1977) *Biochemistry of Parasitic Protozoa*, Macmillan Press.
Kidder, G. W. (1967) " Nitrogen: distribution, nutrition and metabolism", in *Chemical Zoology, I: Protozoa*, editor G. W. Kidder. Academic Press, 93–161.
Lee, D. L. and Smith, M. H. (196) "Haemoglobins of parasitic animals." *Experimental Parasitology*, **16**, 394–424.
Mandel, M. (1967) "Nucleic acids o Protozoa", in *Chemical Zoology, I: Protozoa*, editor G. W. Kidder. Academic Press, 541–573.
Meyer, F. and Meyer, H. (1972) "Loss of fatty acid biosynthesis in flatworms", in *Comparative Biochemistry of P rasites*, editor H. Van den Bossche, Academic Press, 383–393.
Newton, B. A. (1973) "Trypanocides as biochemical probes", in *Chemotherapeutic Agents in the Study of Parasites*, Sympos of the British Society for Parasitology, **11**, editors A. E. R. Taylor and R. Muller, 29– 51.

Newton, B. A. and Burnett, J. K. (1972) "DNA of Kinetoplastidae: a comparative study", in *Comparative Biochemistry of Parasites*, editor H. Van den Bossche, Academic Press, 185–198.
Newton, B. A., Cross, G. A. M and Baker, J. R. (1973) "Differentiation in the Trypanosomatidae", in *Microb l Differentiation*, Symposia of the Society for General Microbiology, **23**, 339–373.

Read, C. P. (1968) "Intermediary metabolism of flatworms. in *Chemical Zoology, II: Porifera, Coelenterata and Platyhelminths*", editors M. Florkin and B. Scheer, Academic Press, 328–357.
Von Brand, T. (1973) *Biochemistry of Parasites*, 2nd edition, Academic Press.

Chapter 5 الفصل الخامس

Campbell, J. C. (1963) "Urea formation and urea cycle enzymes in the cestode, *Hymenolepis diminuta*." *Comparative Biochemistry and Physiology*, **8**, 13–27.
Howells, R. E. (1969) "Observations on the nephridial system of the cestode *Moniezia expansa*." *Parasitology*, **59**, 449–459.
Kidder, G. W. (1967) "Nitrogen: distribution, nutrition and metabolism", in *Chemical Zoology* 1. *Protozoa*, editor G. W. Kidder, Academic Press.
Lee, D. L. and Atkinson, H. J. (1976) *Physiology of Nematodes*, 2nd edition, Macmillan Press.
Read, C. P. and Simmons, J. E. (1963) "Biochemistry and physiology of tapeworms." *Physiological Reviews*, **43**, 263–305.
Siddiqi, A. H. and Lutz, P. L. (1966) "Osmotic and ionic regulation in *Fasciola gigantica* (Trematoda: Digenea)." *Experimental Parasitology*, **19**, 348–357.
Von Brand, T. (1973) *Biochemistry of Parasites*, 2nd edition, Academic Press.
Webster, L. A. (1971) "The flow of fluid in the protonephridial canals of *Hymenolepis diminuta*." *Comparative Biochemistry and Physiology*, **39A**, 785–793.
Webster, L. A. and Wilson, R. A. (1970) "The chemical composition of protonephridial canal fluid from the cestode *Hymenolepis diminuta*." *Comparative Biochemistry and Physiology*, **35**, 201–209.
Wilson, R. A. (1967) "The protonephridial system of the miracidium of the liver fluke *Fasciola hepatica*." *Comparative Biochemistry and Physiology*, **20**, 337–342.
Wilson, R. A. (1969) "The fine structure of the protonephridial system in the miracidium of *Fasciola hepatica*." *Parasitology*, **59**, 461–467.
Wilson, R. A. and Webster, L. A. (1974) "Protonephridia." *Biological Reviews*, **49**, 127–160.
Wright, D. J. and Newell, D. P. (1976) "Nitrogen excretion, osmotic and ionic regulation in nematodes", in *The Organisation of Nematodes*, editor N. A. Croll, Academic Press.

Chapter 6 الفصل السادس

Bychowsky, B. E. (1957) *Monogenetic Trematodes*. American Institute of Biological Sciences.
Crompton, D. W. T. (1970) *An Ecological Approach to Acanthocephalan Physiology*, Cambridge University Press.
Erasmus, D. A. (1972) *The Biology of Trematodes*, Edward Arnold.
Grell, K. G. (1967) "Sexual reproduction in Protozoa", in *Research in Protozoology*, 2, editor T. T. Chen, 148–213.
Hanson, E. D. (1967) "Protozoan development", in *Chemical Zoology*, 1, *Protozoa*, editor G. W. Kidder, 395–539.
Lee, D. L. and Atkinson, H. J. (1976) *Physiology of Nematodes*, 2nd edition, Macmillan Press.
Llewellyn, J. (1972) "Behaviour of monogeneans", in *Behavioural Aspects of Parasite Transmission*, Linnean Society (supplement 51) editors E. U. Canning and C. A. Wright, 19–30.

Schmidt, G. D. and Roberts, L. S. (1977) *Foundations of Parasitology*, C. V. Mosby.
Smyth, J. D. (1966) *The Physiology of Trematodes*, Oliver and Boyd.
Smyth, J. D. (1969) *The Physiology of Cestodes*, Oliver and Boyd.
Smyth. J. D. (1976) *Introduction to Animal Parasitology*, 2nd edition, Hodder and Stoughton.

Chapter 7 الفصل السابع

Cable, R. M. (1972) "Behaviour of digenetic trematodes", in *Behavioural Aspects of Parasite Transmission*, Linnean Society, editors E. U. Canning & C. A. Wright, Academic Press, 1–18.

Cheng, T. C. (1967) "Marine molluscs as hosts for symbioses", in *Advances in Marine Biology*, **5**, editor F. S. Russell, 1–134.
Hawking, F. (1975) "Circadian and other rhythms of parasites." *Advances in Parasitology*, **13**, 123–182.
Kearn, G. C. (1970) "The physiology and behaviour of the monogenean skin parasite *Entobdella soleae* in relation to its host (*Solea solea*)", in *Ecology and Physiology of Parasites*, editor A. M. Fallis, Adam Hilger Ltd., 161–187.
Lee, D. L. and Atkinson, H. J. (1976) *Physiology of Nematodes*, 2nd edition, Macmillan Press.
Llewellyn, J. (1972) "Behaviour of monogeneans", in *Behavioural Aspects of Parasite Transmission*, Linnean Society editors E. U. Canning and C. A. Wright, Academic Press, 19–30.
Matthews, B. E. (1977) "The passage of larval helminths through tissue barriers", in *Parasite Invasion*, Symposia of the British Society for Parasitology, **15**, editors A. E. R. Taylor and R. Muller, 93–120.
MacInnis, A. J. (1965) "Responses of *Schistosoma mansoni* miracidia to chemical attractants." *Journal of Parasitology*, **51**, 731–746.
Read, C. P. (1970) *Parasitism and Symbiology*, Ronald Press.
Smyth, J. D. (1966) *The Physiology of Trematodes*, Oliver and Boyd.
Stirewalt, M. A. (1966) "Skin penetration mechanisms in helminths", in *Biology of Parasites*, editor E. J. L. Soulsby, Academic Press, 41–60.
Ulmer, M. J. (1970) "Site finding behaviour in helminths in intermediate and definitive hosts", in *Ecology and Physiology of Parasites*, editor A. M. Fallis, Adam Hilger Ltd., 121–160.

الفصل الثامن

Chapter 8

Bannister, L. H. (1977) "The invasion of red cells by *Plasmodium*", in *Parasite Invasion*, Symposia of the British Society for Parasitology, **15**, editors A. E. R. Taylor and R. Muller, 27–55.
Barrett, J. (1977) "Energy metabolism and infection in helminths", in *Parasite Invasion*, Symposia of the British Society for Parasitology, **15**, editors A. E. R. Taylor and R. Muller, 121–144.
Croll, N. & Matthews, B. E. (1977) *Biology of Nematodes*, Blackie and Son.
Crompton, D. W. T. (1973) "The sites occupied by some parasitic helminths in the alimentary tract of vertebrates." *Biological Reviews*, **48**, 27–83.
Erasmus, D. A. (1972) *The Biology of Trematodes*, Edward Arnold.
Holmes, J. C. (1973) "Site selection by parasitic helminths: interspecific interactions, site segregation, and their importance to the development of helminth communities." *Canadian Journal of Zoology* **51**, 333–347.
Lackie, A. M. (1975) "The activation of infective stages of endoparasites of vertebrates." *Biological Reviews*, **50**, 285–323.
Lee, D. L. and Atkinson, H. J. (1976) *The Physiology of Nematodes*, 2nd edition, Macmillan Press.

Llewellyn, J. (1976) "Behaviour of monogeneans", in *Behavioural Aspects of Parasite Transmission*, Linnean Society, editors E. U. Canning and C. A. Wright, 19–30.
Otto, G. F. (1966) "Development of parasitic stages of nematodes", in *Biology of Parasites*, editor E. J. L. Soulsby, Academic Press, 85–99.
Read, C. P. and Kilejian, A. Z. (1969) "Circadian migratory behaviour of a cestode symbiote in the rat host." *Journal of Parasitology*, **55**, 574–578.
Roberts, L. S. (1961) "The influence of population density on patterns and physiology of growth in *Hymenolepis diminuta* (Cestoda: Cyclophyllidea) in the definitive host." *Experimental Parasitology*, **1**, 332–371.
Rogers, W. P. (1966) "Exsheathment and hatching mechanisms in helminths", in *Biology of Parasites*, editor E. J. L. Soulsby, Academic Press, 33–40.
Schad, G. A. (1963) "Niche diversification in a parasite species flock." *Nature*, **198**, 404–406.
Smyth, J. D. (1969) *The Physiology of Cestodes*, Oliver and Boyd.
Smyth, J. D. (1969) "Parasites as biological models." *Parasitology*, **59**, 73–92.

Smyth, J. D. (1976) *Introduction to Animal Parasitology*, 2nd edition, Hodder and Stoughton.
Smyth, J. D. and Haslewood, G. A. D. (1963) "The biochemistry of bile as a factor determining host specificity in intestinal parasites, with particular reference to *Echinococcus granulosus*." *Annals of the New York Academy of Science*, 113, 234–260.
Ulmer, M. J. (1971) "Site finding behaviour in helminths in intermediate and definitive hosts", in *Ecology and Physiology of Parasites*, editor A. M. Fallis, Adam Hilger Ltd., 123–160.

الفصل التاسع

Chapter 9

Brooker, B. E. (1972) "The sense organs of trematode miracidia", in *Behavioural Aspects of Parasite Transmission*, Linnean Society, editors E. U. Canning and C. A. Wright, Academic Press, 171–180.
Bychowsky, B. E. (1957) *Monogenetic Trematodes*, American Institute of Biological Science.
Croll, N. A. (1975) "Behavioural analyses of nematode movement." *Advances in Parasitology*, 13, 71–122.
Croll, N. A. (1976) "Behavioural coordination of nematodes", in *The Organization of Nematodes*, editor N. A. Croll, Academic Press, 343–364.
Erasmus, D. A. (1972) *The Biology of Trematodes*, Edward Arnold.
Hockley, D. J. (1973) "Ultrastructure of the tegument of *Schistosoma*." *Advances in Parasitology*, 11, 233–305.
Hymen, L. H. (1951) *The Invertebrates, Acanthocephala, Aschelminthes and Entoprocta*. McGraw-Hill.
Isseroff, H. and Cable, R. M. (1968) "The fine structure of photoreceptors in larval trematodes." *Zeitschrift fur Zellforschung*, 86, 511–53.
Jarman, M. (1976) "Neuromuscular physiology of nematodes", in *The Organization of Nematodes*, editor N. A. Croll, Academic Press, 293–312.
Lee, D. L. and Atkinson, H. J. (1976) *Physiology of Nematodes*, 2nd edition, Macmillan Press.
Lyons, K. M. (1972) "Sense organs of monogeneans", in *Behavioural Aspects of Parasite Transmission*, Linnean Society, editors E. U. Canning and C. A. Wright, Academic Press, 181–200.
Lyons, K. M. (1973) "The epidermis and sense organs of the Monogenea and some related groups." *Advances in Parasitology*, 11, 193–232.
McLaren, D. J. (1976) "Nematode sense organs." *Advances in Parasitology*, 14, 195–265.
Nicholas, W. L. (1973) "The biology of the Acanthocephala." *Advances in Parasitology*, 11, 671–706.

الفصل العاشر

Chapter 10

Bawden, M. P. (1975) "Whence comes *Trypanosoma lewisi* antigen which induces ablastic antibody: studies in the occult?" *Experimental Parasitology*, 38, 350–356.
Capron, A., Dessaint, J. P., Camus, D. and Capron, M. (1976) "Some immune mechanisms in host parasite relationship", in *Biochemistry of Parasites and Host-Parasite Relationships*, editor H. Van den Bossche, North Holland, 263–282.
Cohen, S. and Sadun, E. H. (1976) *Immunology of Parasitic Infections*, Blackwell.
Cox, F. E. G. (1968) "Immunity to tissue Protozoa", in *Immunity to Parasites*, Syposium of the British Society for Parasitology, 6, editor A. E. R. Taylor, 5–23.
Cox, F. E. G. (1978) "Specific and non specific immunisation against parasitic infections." *Nature*, 273, 623–626.
D'Alessandro, P. A. (1975) "Ablastin: the phenomenon.", *Experimental Parasitology*, 38, 303–308.
Dusanic, D. G. (1975) "Immunosuppression and ablastin", *Experimental Parasitology*, 38, 322–337.
Gray, A. R. and Luckins, A. G. (1976) "Antigenic variation in salivarian trypanosomes", in *Biology of the Kinetoplastida*, editors W. H. R. Lumsden and D. A. Evans, Academic Press, 493–542.

Larsh, J. E. and Weatherly, N. F. (1975) "Cell mediated immunity against certain parasitic worms." *Advances in Parasitology*, 13, 183–224.
Maegraith, B. and Fletcher, A. (1972) "The pathogenesis of mammalian malaria." *Advances in Parasitology*, **10**, 49–75.
Ormerod, W. E. (1975) "Ablastin in *Trypanosoma lewisi* and related phenomena in other species of trypanosomes." *Experimental Parasitology*, **38**, 338–341.
Read, C. P. (1970) *Parasitism and Symbiology*, Ronald Press.
Rees, G. (1967) "Pathogenesis of adult cestodes." *Helminthological Abstracts*, **36**, 1–23.
Roitt, I. (1977) *Essential Immunology*, 3rd edition, Blackwell.
Sinclair, I. J. (1970) "The relationship between circulating antibodies and immunity to helminthic infections." *Advances in Parasitology*, **8**, 97–138.
Sinclair, K. B. (1967) "Pathogenesis of *Fasciola* and other liver flukes." *Helminthological Abstracts*, **36**, 115–134.
Smithers, S. R. and Terry, R. J. (1976) "The immunology of schistosomiasis." *Advances in Parasitology*, **14**, 399–422.
Smyth, J. D. (1977) *Introduction to Animal Parasitology*, 2nd edition, Hodder and Stoughton.
Smyth, J. D. and Heath, D. D. (1970) "Pathogenesis of larval cestodes in mammals." *Helminthological Abstracts*, **39**, 1–2[illegible]
Targett, G. A. T. (1968) "Acquired immunity to blood parasitic Protozoa", in *Immunity to Parasites*, Symposium of the British Society for Parasitology, **6**, editor A. E. R. Taylor, 25–41.
Vickerman, K. (1978) "Antigenic variation in trypanosomes." *Nature*, **273**, 613–617.
Warren, K. S. (1973) "The pathology of schistosome infections." *Helminthological Abstracts*, **42**, 592–633.
Warren, K. S. (1978) "The pathology, pathobiology and pathogenesis of schistosomiasis." *Nature*, **273**, 609–612.
Wright, C. A. (1966) "The pathogenesis of helminths in the Mollusca." *Helminthological Abstracts*, **35**, 207–224.
Zuckerman, A. (1975) "Current status of the immunology of blood and tissue Protozoa. I *Leishmania*." *Experimental Parasitology*, **38**, 370–400.
Zuckerman, A. (1977) "Current status of the immunology of blood and tissue Protozoa. II *Plasmodium*." *Experimental Parasitology*, **42**, 374–446.
see also: *Immunology of Parasitic Infections*, Workshop Report, American Journal of Tropical Medicine and Hygiene, 26 (1977).

aberrant	ضالة
ablastin	ابلاستين
abrasion	كشط
absorptive	امتصاصي
Acanthocephala	شوكية الرأس
acetabulum	محجم بطني
activation	تنشيط
adaptation	تكييف
adsorbed	امتز
affinity	ميل
aerobic	هوائي
agglutination	تلازن
alleviated	لطف يخفف
allosteric interaction	لتداخلات الاستسيارية
amino acid	حامض اميني
aminotransferases	انزيمات ناقلة للأمين
amoeba	متحولات
amoebiasis	داء المتحولات
amoietic	كامل ، غير مجزء
amphids	امفيدات
amphipathic nature	طبيعة المسار الثنائي
ampula	جراب
anaerobic	لاهوائي
anemia	تقردم
anastomosis	تشابك
anisogametes	ميتات غير متشابهة
annual	سنوي
antibody	لضد (الجسم المضاد)
antigen	لمستضد
antiserum	صل مضاد
antithymocyte	ضد الثايموسايت
antitoxic	ضد السموم

anus	شرج
apical	قمي
approach	دنو . اقتراب
aquired	مكتسب
aquous	مائي
ariel	هوائي
arteriole	شريين . شريان صغير
artificial	صناعي
arthropods	مفصليات
arthus	ارثس
ascariasis	الصفر
asexual	لاجنسي
assimilated	تمثل
asthma	ربو
asymptote	خط مقارب/ خط تقاربي
altenuated	مصغفة
autoimmune	ممنع ذاتياً
avian	له علاقة بالطيور

-B-

babesiasis	دار البابيزيا
behavioural	سلوكي
blebs	مجلات
bladder	مثانة
blood	دم
blocking	اعاقة
bifurcated	ذات فرعين
bile	مادة الصفراء
biliary fever	حمى الصفراء
binary	ثنائي
bioassy	اختبار حياتي
biochemistry	كيمياء حياتية
bioscenies	علوم حياتية

biotic	عوامل حياتية
biphasic	ثنائي الطور
bipolar body	الجسم ذو القطبين
bond	اصرة
browses	يكشط
brush border	حافة فرشاة
buccal	فمي
buccal cavity	تجويف فمي
budding	تبرعم
budgets	خزين
buoyant	قابل للطفو
bursa of fabricus	جراب فابريكس
byproducts	نواتج عرضية

C

Capital	راسمال
Carbohydrates	سكريات
Carboxykinase	انزيم كاربوكسي كاينيز
Capsule	محفظة
Captive	تأسير ـ حبس
Carrier	ناقل
Castration	احضاء
Catalyze	يتوسط
Cavity	تجويف
Cecal system	جهاز اعوري
Cement gland	غدة سمنية
Cercaria	سركاريا
Cerebral	مخي
Cestode	ديدان شريطية
Chagas disease	مرض الشاكس
Challenge infection	جرعة أو اصابة تحدي
Chemotherapy	معالجة كيمياوية

Chronic	مزمن
Chitinuous	كايتيني
Ciliates	هدبيات
Ciliophora	حاملات الاهداب (هدبيات)
cinematography	الفن السينمائي
Circannual	تكرار حولي
Circular	دائري
Cirrus	ذؤابة
Citric and cycle	دورة حامض اللمونيك
Coccidiosis	داء الكوكسيديا
Co-factor	عامل منشط
Code	شفرة
Coefficient	معامل
Coincidently	متوافق
Collagen	كولاجين
Collecting	جامعة
Columnar	عمودي
Commensalism	مؤاكلة
Commisure	موصل
Compartmentalization	يقسم الى اجزاء أو فئات مستقلة
Competitive	تنافسي
Complement	متمم
Concomitant	مرافق
Concurrent entery	دخول متزامن
Conservation	صيانة
Continous	مستمر
Contractile	متقلص
Conversion	انقلاب
Copepod	قشريان مجذافية الارجل
Copulatory bursa	كيس السفاد
Cornea	قرنية
Cortex	قشرة
Counter flow	جريان معاكس

Cristae	طيات ، اعراف
Cross-fertilization	اخصاب متبادل
Cross-immunity	مناعة متبادلة
Cross-link	مرتبط بشكل مستعرض
Culture	زرع
Current	حالي
Cutaneous	جلدي
Cyclophyllidae	سايكلوفيليديا
Cystacanth	كيس شوكي
Cysticercosis	داء الكيسانيات
Cytotoxicity	تسميم الخلايا
Cytotrophic antibodies	اضداد موجهة للخلايا

D

daughler	بنوي
dead vaccine	لقاح ميت
debilitating	مضعف
decarboxylation	نزع الكاربوكسيل
decarboxylases	انزيمات نزع الكاربوكسيل
deciduous	غير دائم
defatted	مزال عنه الدهن
definitive	نهائي محدد
delayed	متأخر
denaturation	اتلاف الجوهر الطبيعي / مسخ البروتين
deoxygenation	ازالة الاوكسجين
deprivation	حرمان
descontinuous	غير مستمر
designated	يشير أو يرمز له
dessication	جفاف
destrobilation	توقف انفصال الأسلات
deviation	انحراف
diet	غذاء
diffuse	ينتشر
diffusion	انتشار

digenea	مثقبات ثنائية المنشأ
dimorphism	ازدواج الهيئة أو الشكل
diptera	ذباب
disaccharides	سكر ثنائي
discrete	منفرد . غير مترابط
difiguring	مشوه
dismutation	غير مطفر
dispersion	تشتت . تفرق . انتشار
distal	بعيد
disulphide	ثنائي الكبريتيد
disulphide bridge	جسر ثنائي الكبريتيد
diurnal	نهاري
donar	واهب
double	ثنائي . مزدوج
drug	دواء
dwelling	تعطش
dynamic balance	توازن ديناميكي

E

echinostome	شوكية الفم
ectoparasites	طفيليات خارجية
ectopic	مكان غير طبيعي
efflux	تدفق
endemic	مستوطن
endocytosis	التناضح الى الداخل
endogenous	ذاتي
endoparasites	طفيليات داخلية
endoplasmic reticulum	الشبكة البلازمية الداخلية
energy	طاقة
energic	تجهيز الطاقة
enhancement.	تنشيط
entomophilce	ديدان خيطية متطفلة على الحشرات
ejaculatory	قاذفة

elasmobranch.	اسماك غضروفية
electron dense cap	قلنسوة كثيفة الالكترون
electrophonesis	التوصيل الكهربائي
electrostatic	الكتروستاتي
embryophore	حامل الجنين
eosinophilia	زيادة الحمضات
epicuticle	فوق الكيوتكل
epidermal.	بشري
esterification	استرة
eukaryotes	حقيقة النواة
evagination	اقلاب
exclusion	استبعاد
exlusively	على وجه الحصر
excretory	ابرازي
excystation	الافلات من الكيس
exflagcllation	تسوط
exoantigen	مستضد خارجي
exocytosis.	تناضح الى الخارج
exoerthrocytic	خارج الكريات الحمر
exogenous.	خارجي
exprimental	تجريبي
exsheath.	ينزع الغشاء
extract	يستخلص
extracellular.	خارج الخلايا
extrinsic	خارجي
exudate.	قيح

F

fab	فاب
faciliated diffusion	الانتشار الوسيط
facultative	اختياري
faeces.	غائط
fasciolaisis	داء الفاشيولا

fatty acids	احماض دهنية
feeder	منفذي
fever	حمى
fibnosis	تليف
fibro blast.	أرومه ليفية (خلايا مولدة للالياف)
fibrous	ليفي
filariasis	داء الفلاريا
flame cell	خلية لهيبة
flare	انفجار وهيج
flavoprotein	فلافوبروتين
fluorescent antibody test	اختبار الاجسام المضادة المتألقة
flux	جريان
follicles	بصلات
fore gut	المعي الأمامية الجزء الامامي من القناة الهضمية
free pool	خزين حر
function	وظيفة ، دالة
functional	وظيفي
fungi	فطريات
fuzzy coat	غلاف ضبابي

G

gama globulin	كاما كلوبيولين
gamogony	العملية الجنسية لانتاج الكميات
ganglion	عقدة عصبية
gastrodermis	البطانة المعدية
gastropods	بطنية الاقدام
gastrostomata	معدية الافواه
gel	هلام
genoms	التركيب الجيني
geotaxis	أستجابة للجاذبية
germinal	جرثومي
glandular	غدي
glomerulonephritis	التهاب كلوي كبيبي

glomerular.	كبيبي
glycocalyex	غطاء سكري
glycolysis	حل السكر
glycoprotein	البروتينات السكرية
glyoxylate.	كلايوكسليت
golgi apparatus	جهاز كولجي
gradient	منحدر
granular	حبيبي
granulomata.	اورام حبيبية
gross	عياني
gynaecophoric canal	قناة الاخدود حامل الانثى

H

haematin	هيماتين
haemagglutination	تلازن دموي
haemocoel	تجويف دموي
haemoflagellate	سوطيات دموية
haemaglobinolysis	تحلل الهيموكلوبين
haemolymph	هيمولمف
haemolysis	تحلل الدم
haploid gametes	امشاج احادية المصبغة
haptor	ممص
helminth	ديدان
helminthiasis	داء الديدان
hepatopancneas	
heptalaminale	سباعي الاشعاع
hermaphrodite	خنثي
hexokinases	انزيم الهكسوكانييس
hexoses	هكسوس / سكريات سداسية
hibernate	يسبت
histochemical	كيمياء نسيجية
histological	نسيجي
hook	كلاليب

hook worm	ديدان شصية
homocytotropic	موجه للخلايا متجانس
homslactic	متجانس اللاكتيك
homiotharme	حيوان من ذوات الدم الحار
homoiostatic mechanisim	آلية التجانس المتوازن
host	مضيف
humeral	خلطي
hydatid	عذري
hydrolysate	محللات مائية
hydrephilic	محب الماء
hydrophobic	كاره للماء
hydrostatic	المتوازنة مائياً
hyperplastic	مفرط التشبع
hypersensitivilty	فرط الحساسية
hypoderm	تحت الادمة
hypotonic	ناقص التوتر

I

identity	هوية ذائبة
imbalauce	اللاتوازن
immunization	تطعيم
Immuogcnic	مولد المناعة . ممنع
Immunglobuiin	كلوبينات مناعية
Immunology	علم المناعة
Implicating	موركة
Implying	يدل ضمناً على
Impermeable	غير ناضح
Immunopathology	الامراضية المناعية
Immunosuppression	كبت مناعي
Inactivated	غير فعال
Incubation period	فترة حضانة
indefinitely	غير محدود
Inevitable	متعذر اجتنابه

inflemmatory	التهابي
Inhibiton	مثبط
Innate	ذاتي
integument	جلد
interdigitate	تتشابك
interest	فائدة . رغبة
Interface	سطح التماس
intertidal molluses	رخويات فيما بين المد والجزر
Intestine	امعاء
Intracellular	داخل الخلايا
Intraerythrocytic	داخل الكريات الحمر
Intramuscular	داخل العضلات
Intraperitoneal	داخل البريتون
invagination	انغمادات
invertebrates	لا فقريات
in vivo	في الحي
in vitro	في الزجاج
invoke	يسبب
involve	يتضمن
Irreversible	غير عكوس
isoenzyme	انزيمات متماثلة
isogametes	كميتات متماثلة

J

just, position	تجاور. تلاصق
Juvenile	يافع

K

Keratin	كيراتين
Kineticis parameter	مثبتات حركية
Kinetoplast	كاينيتوبلاست
Krebs cycle	دورة كريبس

L

Labile	متغير . قابل للتغيير
lamallate	صفائح
laurer's canal	قناة لورر
leishmanasis	داء اللشمانيا
lesion	تقرح
leukocytosis	كثرة الكريات البيض
ligament	رباط
linkage	آصرة
linked	مرتبط
lipid	دهون
lipoprotien	بروتينات دهنية
liver	كبد
livestock	الماشية
locus	موقع . مكان
loctus	جراد
longitudinal	طولي
lumber	قطني
lymph node	عقدة لمفية
lymphokine	ليمفوكاين
lytic enzymes	انزيمات محللة

M

macrogametes	الكميتات الكبيرة
macromolecules	جزيئات كبيرة
macrophage	خلية بلعمية
mammals	اللبائن
marine	بحري
mast cell	خلية دقلية
mastigophora	السوطيات
matrix	طبقة بينية . مادة النسيج الواقعة بين الخلايا
mediated diffusion	انتشار وسيط
melting point	نقطة الانصهار

memory	ذاكرة
meosis	انقسام اختزالي
merozoites	ميروزويت
messenger	ساعي
metabolite	ناتج ايضي
metacercaria	ميتاسركاريا
metamorphosis	انسلاخ أو تبدل الشكل
metazoa	حيوانات متعددة الخلايا
micelle	وحدة حيوية افتراضية
microenviroment	محيط أو بيئة دقيقة
microgametes	الكميتات الصغيرة
micropuncture	ثقب دقيق
micropyle	فوهة
microrgauism	احياء مجهرية
microtriches	خيوط دقيقة
microtnbule	نبيبات
microvilli	زغيبات
migration	هجرة
miracidium	ميراسيديوم
model	موديل / نموذج
molecular biology	البايولوجي الجزيئي
mollusc	رخويات
monogenea	المثقبات الوحيدة المنشأ
monosacchwidis	سكريات احادية
moult	انسلاخ
mucoid	مخاطي
mucopolysaccharicles	مواد مخاطية سكرية متعددة
multiple	متعدد
mutualism	تبادل المنفعة

N

naive	بسيط
native	فطري

necrosis	تنخر
nematodes	ديدان خيطية
neonatal	حديث الولادة
nephridiopore	فتحة النفريديا
nephrotic	كلوي
neoplastic	تكوين اورام
net flux	محصلة الجريان
nettle rash	الشري . الطفح القراصي
neurophysiology	فسلجة الاعصاب
neuroscretory	افراز عصبي
nucleotide	نيوكليتيدات

-O-

Obligate	اجبار
Obligatory	اجباري
Obviates	تحاشي . تفادي
Offspring	ذرية
Oncosphere	اونكوسفير
Onchocercaiasis	داء الملتحيات
Ontogenetie	تطوري
oocyst	كيس البيض
Oogonia	تكوين البيوض
Ootype	منطقة الاخصاب
Operculum	غطاء
Oposionising antibody	الاجسام المضادة المؤبسنة
Oral	فمي
Organelles	عضيات
Oriental sore	القرحة الشرقية
Osmoconformers	متوافقات تناضحية
Osmotrophy	تغذية شمية
Ovary	مبيض
Overwintering	عبر الشتاء
Ovijector	قاذف البيض

Ovoviviparous	بيوضة ولودة
Oxidases	انزيمات مؤكسدة
Oxygen debt	عجز اوكسجين
Oxygen tension	شد الاوكسجين

P

Pancreatin	بنكرياتين
Papillae	حليمات
Papin	پاپين
Parasite	طفيلي
Parasitism	تطفل
Parasitaemia	طفيلية الدم
parenchymal	حشوي
pareiit	ابوي
parenteral	زرقاً
parthenogeuesis	تكاثر عذري
partial	جزئي
particulate.	دقيقي
passive	غير فعال منفعل
passive immunity	مناعة منفعلة
Pasteur effect	مؤثر باستور
pathogenic	مرضي
pathogenesis	احداث المرمز
penis	ذؤابة
peptide	پيبتايد
perianal	حول الشرج
perienteric	ماحول المعي
perinuclear.	حول النواة
peristalsis	الحركةالتحوي
peritoneal	بريتوني
permeases	پيرميسيس
perminants	دائم
pest	أفة

predator	مفترس
premmune	ممنع نسبياً
premunition	مناعة قبلية مناعة نسبية
prepharyn	قبل البلعوم
proboscis sac	كيس الخرطوم
proctoclaeum	ممر مخرجي
proglottid	اسلات
pregnancy.	الحمل
proposed.	مقترح
proprioreceptor.	مستقبل ذاتي
prosthetic group.	مجموعة بديلة
proteinaceous	بروتينية
proteolytic	محلل للبروتين
protonephridia	نفريديا اولية
protoscolex	رأس اولي
protostomata	حول الفجوي
protozoa.	ابتدائيات
pseudocoelomic fluid	سائل التجويف الكاذب
pseudophyllidae	ابسيدوفيليديا
purification	تنقية
pulmonary	رئوي

Q

quiescent	كافة

R

rachis	عنق
radial	شعاعي
radio-labbelled	معلم اشعاعياً
rafr	زمث
range.	مدى
random	عشوائي
rash	طفح
reabsorption	اعادة امتصاص

reagin	ريجين
reaginic antibody	الامتداد الكاشفة
rectum.	مستقيم
recognition	تمييز
recrudesceuce.	معاودة . نكسة رجوع اعراض المرض
recurrent	متكرر
redia	ريديا
redox-balance.	جهد توازن التاكسد والاختزال
redox-potential	جهد الاكسدة والاختزال
regeneration	تبرعم تجديدي .
regression	ضمور
regurigitation	تقيؤ
reinfection	تكرار
relapses	نكسات
repnoduction	تكاثر
repulsion	تنافر
response	استجابة
respective host	المضيف الخاص او المعني
residual	متبقى
resiprocal	متبادل ـ عكسي
resistance	مقاومة
resting stage	مرحلة السكون
retractor.	مرجعة
rheoceptor	مستقبل التيار
rheotaxis	الحياز لتيار المار
rhythem	تواتر / نسق
ribonucleic acid	الحامض النووي الرايبوزي
ridges	حافات
rumen	مجترات

S

Salvage	انقاذ
Sanguinivorous	متغذية على الدم

Saponin	سابونين
Sarcocystis	ساركوستس
Saturation Kinetics	حركية التشبع
Scabies	داء الجرب
Schistosomula	منشقة صغيرة
Schistosomiasis	داء المنشقات
Schizogony	انفلاق
Scleroprotein	بروتينات متصلبة
Scolex	رأس دودة شريطية
Scratching	تخديش
Secondarg	ثانوي
Selective	اختياري
Self	ذاتي
Seminal duct	قناة منوية
Serodiagnosis	التشخيص المصلي
Serous	مصلي
Serum	مصل
Serum sickness	مرض المصل
Shed	يتساقط.يعزل
Shrimps	روبيان الماء العذب
Solvent drag	سحب المذيب
Soluble	ذائب
Somating	جسمي
Sore	تقرح
Sorting device	وسيلة فرز
Sparagnum	داء اليرقانات الشريطية
Spatial proximity	القرب الحيزي
Specific	نوعي.متخصص
Spermatozoa	الحيوانات المنوية
Spermatogenesis	نشأة النطفة / تكوين الحيوانات المنوية
Spheres	كرات
Spleen	طحال
Spleenomegaly	تضخم الطحال

Splitting	انشطار
sporocyst	انشطار
Sporozoa	بوغيات
Squamous	حرشفي
Starved	سغب
Status	مرتبة. منزلة
Statment	نص
Stem cell	خلية جذعية
Stereioisomer	ايزومر فراغي
Sterile immunity	مناعة عقيمة
Sterol	الستيرول
Sterospecilicity	النوعية المجسمة
Stomodaeum	ممر فمي
Strain	ضرب
stretch receptor	مستقبل الشد
Strigeidae	ستريجيدي
Stylet	مسبار
substrate	المادة الاساس
sucker	محجم
suction	نص
superficial	كابت سطحي
Suppression	كابت
survive	يبقى حياً
swarm	سرب . مجموعة
swelling	انتفاخ
Symbiosis	تعايش
Syncytium	مدمج سايتوبلازمي

-T-

tadpole	دعموص الضفدعة
Taeniasis	داء التينيا
tangoreception	استقبال لمسي
tanned	مدبوغ

Techniques	تقنيات
Teeth	اسنان
tegumentary	جلدي
teleost fish	اسماك عظمية
templete	قالب
temporary	مؤقت
terminal	نهائي
termitc	ارضة
testis	خصبة
titre	معيار
thermotactic	مستجيبة للحرارة
theilieriasis	داء الثاليريا
thigniotactic	المحياز اللامسة
three fold	ثلاث طيات
thymectomy	ازالة الغدة الزعترية
thymus	الغدة الزعترية
toad	العلجوم
touch	لمس
toxocariasis	داء التوكسوكارا
toxic	سام
toxolasmosis	داء المقوسات
toxoplasmosis	داء المقوسات
tracer	العنصر الاستشفافي
Transaminases	انزيمات ناقلة لمجموعة الامين
transamination	نقل مجموعة الامين
transcarbamylase	تراتز كاربامیلز
transcription	استنساخ
trauscuticular	عبر الكيوتكل
transition complex	معقد الانتقال أو التحول
translation	ترجمة
transverse	عرضي
trial	محاولة
tricarboxylic acid cycle	دورة الحمض ثلاثي الكاربوكسيل

trickle infection	اصابة هزيلة
trichiniosis	داء التراخينا
trichomonads	المشعرات
trichomoniasis	داء المشعرات
triadiate	ثلاثي الاشعاع
tumer	ورم
turnover	قلب
turbellaria	معكرات

-U-

undulating	متموج
unmylinated	عديمة المايلي
unique	فريد
ultracentrifugr	جهاز الطرد المركزي فائق اسرعة
uptake	امتصاص . اخذ
urticaria	شري
uterine	رحم

-V-

vagina	مهبل
variation	تغايرات
varices	دوالي
vasa efferentia	أوعية صادرة
vas deferens	وعاء ناقل
vaso active	منشط اوعية
ventral	بطني
venule	وريد
vertebrates	فقريات
vesicle	حويصلة
vestigeal	اثري
virulence	سمية
visceral	فايروسات (رواشح)

visceral	إحشائي
vitelline glands	الغدد المحبة
vivipavous	ولودة
volatile	متطاير
Vulva	الفرج

-W-

Wax	شمع
Wheal	بثرة . نفطة
World health organization	منظمة الصحة الدولية
Worm pool	حشد . جمع . خزين الديدان
wrinkles	تجاعيد

Y

yeast	خميرة