



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة المنارة الخاصة - كلية طب الأسنان  
السنة الثالثة

## طب الأسنان الشرعي

د.لؤي عابدين

# علم الموت

الفصل الدراسي الأول  
2021/2020

المحاضرة 6-7

## الفصل الرابع

### علم الموت

#### الاحتضار والموت :

المقصود بالاحتضار العملية التي يتم خلالها الانتقال من الحياة إلى الموت . تتميز هذه العملية بخلل في عمليات الأكسدة على المستوى الجزيئي وتحت الخلوي . إن طول فترة الانتقال من الحياة إلى الموت يمكن أن يختلف بدرجات كبيرة ، فقد تحدث هذه العملية خلال ثوان أو دقائق (كما هي الحال في الموت الناجم عن الأمراض القلبية الوعائية ) أو أنها تحدث ببطء خلال بضع ساعات .

يدعى العلم الذي يدرس مسائل الاحتضار والموت بعلم الموت Thanatology من الإغريقية Thanatos تعني آلهة الموت Logos تعني علم . يندرج تحت هذا العلم دراسة عملية تموت الإنسان وعلامات الموت منذ لحظاته الأولى وحتى التحلل الكامل للجثة .

نلاحظ خلال عملية الاحتضار المراحل التالية :

- مرحلة ما قبل النزاع : اضطراب في الدوران والتنفس يؤدي إلى نقص أكسجة نسيجي مع حماض . تمتد هذه المرحلة من بضع ساعات حتى بضعة أيام .
- مرحلة النزاع : تبدأ بتوقف التنفس لفترة قصيرة يتبعها هبوط شديد في وظيفة القلب واضطراب في وظيفة الجهاز العصبي المركزي واختلاجات مقوية ؛ وليس من النادر انقلات المصبرات ، وزوال المنعكسات وتوسع الحدقتين وهبوط التوتر الشرياني الذي قد ينعدم . يؤدي ضعف الفعالية القلبية إلى وذمة الرئتين التي يمكن أن تظهر من خلال الرغبة البيضاء على فوهة الفم . يتوقف التنفس أولاً ثم الدوران . إن طول فترة النزاع قد تختلف بشدة .
- مرحلة الموت السريري : تستمر فترة 5-6 دقائق وعند التبريد المقصود - كما في بعض العمليات الجراحية على القلب أو تواجد الشخص في وسط بارد بالصدفة فإن مرحلة الموت السريري تتطاول حتى 10 دقائق . الموت السريري هو مرحلة عكوسة حيث قد يمكن إنقاذ الشخص في حال الإنعاش .

- مرحلة الموت البيولوجي : حالة غير عكوسة . أول ما تحدث التغيرات اللاعكوسة في القشرة الدماغية " موت الدماغ " ويمكن اعتبار هذه اللحظة أي عندما تضطرب الوظيفة التنسيقية للجهاز العصبي المركزي بداية الموت البيولوجي . في حين أن النشاط الحيائي للأعضاء الأخرى والأنسجة يمكن أن يستمر بعد موت الدماغ لفترة تقدر بحوالي ٢٤ ساعة . تتميز هذه المرحلة تحديداً باستجابة الأنسجة المختلفة للمنبهات الخارجية وهذا ما ندعوه بردود الفعل فوق الحياتية . يعتمد تشخيص موت الدماغ على تشخيص موت جذع الدماغ والذي يمكن التثبت منه بغياب منعكسات جذع الدماغ . يمكن بعد تشخيص موت جذع الدماغ الشروع في نقل الأعضاء وازدراعها ( ضمن إطار القوانين المنظمة والقواعد الطبية الصارمة ) ، ولذلك يجب على الطبيب أن يعرف كيف يشخص موت الدماغ حيث نعلم على غياب منعكسات جذع الدماغ :

- توسع حدقتين وعدم ارتكاسهما للضوء ، يكرر الاختبار ثلاث مرات بفواصل ٣٠ ثانية

- غياب منعكس القرنية ( يجرى ثلاث مرات بفواصل ٥ ثوان بالجهتين .

- غياب حركات كرة العين أثناء حقن الماء المثلج داخل مجرى السمع ( يجب التأكد من

- نفوذية مجرى السمع ، ومن أن الماء ينبه النهايات العصبية في غشاء الطبل .

- غياب أية استجابة ألمية .

- غياب منعكس التهوع والسعال ( تنبيه المبهم في البلعوم أو المري أو الرغامى لا

- يسبب أية استجابة .

- عدم التنفس التلقائي عند رفع أجهزة التنفس الصناعي عن المريض ( تكرر التجربة

- بعد ثلاثين دقيقة ) .

قبل تشخيص موت الدماغ يجب استبعاد التسمم بالمخدرات والمنومات والمرخيات العضلية

- مرحلة التمثول الخلوي : يحدث أثناء الحياة توازن بين الخلايا الناشئة ، وبين الخلايا الهرمة ، والتي تموت موتاً مبرمجاً Apoptosis ، وهو يختلف عن الموت الحادث بفعل التخر Necrosis . يحدث التخر عندما تتعرض الخلية إلى تغير شديد في الظروف الفيزيولوجية ( مثل نقص الأكسجة ، أو فرط الحرارة ) مما يؤدي إلى أذية في الغلاف السيتوبلازمي .

كما قد يحدث أذى مباشر للغشاء السيتوبلازمي لأسباب إنتانية ومناعية

يبدأ التمثول الخلوي Necrosis بإضعاف قدرة الخلية على الاستتباب

Homeostasis مما يؤدي إلى تدفق الماء والشوارد إلى خارج الخلية وتبدأ العضويات

داخل الخلية ( خاصة الميتوكوندريا ) بالانتفاخ والانفجار فتتحل الخلية وتتحرق المكونات الخلوية بما فيها الجسيمات الحالة إلى خارج الخلية . وعلى العكس من ذلك فإن الموت الخلوي المبرمج Apoptosis يحدث في ظروف فيزيولوجية طبيعية . تبدي الخلايا المتموتة في مثل هذه الحالات تكس الكروماتين وتكثف السيتوبلازما والنواة ، وتتم تجزئة السيتوبلازما والنواة إلى حويصلات مرتبطة بالغشاء السيتوبلازمي تسمى ( Apoptotic Bodies ) ، تحوي هذه الجسيمات ريبوزومات وميتوكوندريا سليمة الشكل ومادة نووية . يتم التعرف على هذه الجسيمات من قبل البالعات أو الخلايا الظهارية المجاورة والتي تقوم ببلعمتها ، وهذا ما يعلل غياب الارتكاس الالتهابي في هذا النوع من الموت الخلوي الفيزيولوجي .

### ردود فعل فوق الحياتية :

تستخدم بشكل واسع من قبل خبراء الطب الشرعي من أجل تحديد الزمن المنقضي على الوفاة . إن مسألة تحديد لحظة الوفاة والتثبيت القطعي منها ذات أهمية خاصة لصلة ذلك بعلم نقل الأعضاء والنسج فكما هو معلوم يعتمد نجاح عملية نقل الأعضاء والأنسجة المأخوذة من الجثة بدرجة كبيرة على الزمن المنقضي منذ لحظة الوفاة وحتى انتزاع هذه الأعضاء والأنسجة . فكلما كان هذا الزمن أقل كانت فرص النجاح أكبر . والمقصود بردود الفعل فوق الحياتية قابلية أنسجة وأعضاء مفردة من الجثة خلال الساعات الأولى بعد الوفاة (حوالي عشرين ساعة ) على الارتكاس لمختلف المنبهات الخارجية الكيماوية والميكانيكية والكهربائية . ولقد اقترح أول مرة العالم شاكو S. Zsako عام ١٩١٦ استخدام هذه الارتكاسات من أجل تحديد الزمن المنقضي على الموت . تستخدم حالياً من أجل تحديد الزمن المنقضي على حدوث الموت المنبهات الكيماوية والميكانيكية والكهربائية للعضلات الملساء في القرزية ، وعضلات الوجه والعضلات الهيكلية .

عند إجراء هذه الاختبارات يتم التثبيت من وجود الارتكاس أو غيابه وعند وجوده يتم تحديد درجته وزمن ظهوره .

من أجل التنبه الكيماوي لعضلات قرزية العين الملساء يستخدم محلول بيلوكاربين هيدروكلورايد ١% أو محلول أتروبين . يتم حقن المحلول في البيت الأمامي للعين بواسطة محقنة ذات إبرة رفيعة . وقبل البدء بهذا الإجراء نقيس قطر الحدقة ، ثم ندخل الإبرة من الجهة الوحشية على مسافة قريبة من اللم ، وتدفع دفعاً موازياً تقريباً لمستوى سطح القرزية ،

وفي الوقت نفسه يتم تثبيت الكرة العينية من الجهة المقابلة ، وعندما تصل نهاية الإبرة إلى منتصف الحدقة يحقن ببطء ٠.١ مل من محلول البيلوكارين أو (الأثروبين ) .  
نقيس زمن حدوث تقبض الحدقة أو (توسعها ) كما نقيس قطرها . إن زمن حدوث تقبض الحدقة يتعلق بشكل مباشر بالزمن المنقضي على الوفاة . كلما حدث التقبض أسرع كان الزمن المنقضي على الوفاة أقل ، فعند انقضاء / ٥ ساعات على الموت فإن تقبض الحدقة يحدث خلال ٣-٥ ثوان ، أما عندما يكون قد انقضى على حدوث الموت أكثر من ٢٤ ساعة فإن الزمن اللازم لتقبض الحدقة ١-٢ دقيقة . والجدول الآتي يبين العلاقة بين الزمن المنقضي على حدوث الموت والزمن اللازم لتقبض الحدقة :

الزمن اللازم لتقبض الحدقة	الزمن المنقضي على الوفاة
٣ - ٥ ثانية	حتى ٥ ساعات
٦ - ١٥ ثانية	١٠ - ١٤ ساعة
٢٠ - ٣٠ ثانية	حتى ٢٤ ساعة
١ - ٢ دقيقة	أكثر من ٢٤ ساعة

#### التنبه الميكانيكي للعضلات الهيكلية :

يتم تنبيه العضلات الهيكلية بواسطة الضرب بمطرقة عصبية أو بأي أداة كليلية وصلبة أخرى على مناطق محددة من سطح الجثة . ونتيجة لذلك تحدث استجابة على شكل تقلص مجموعات عضلية محددة مما يؤدي إلى عطف أو بسط اليد أو القدم ، أو تقارب لوح الكتف .. يمكن مشاهدة هذه الانقباضات العضلية خلال زمن لا يتجاوز الساعتين والنصف عقب الوفاة . ولكن بعد مضي ٦ - ٨ ساعات على الوفاة يمكن إحداث استجابة عضلية على شكل تورم أو نتوء يظهر على العضلة في مكان ضربها بأداة كليلية قاسية . غالباً ما يجري الاختبار على عضلات الكتف ، وبشكل أقل على عضلات الفخذ . يمكن استخدام أية أداة معدنية مناسبة وذلك كقبضة المطرقة العصبية أو المطرقة المستخدمة في التشريح مثلاً شرط أن يتم الضرب بها بقوة .

**تختلف الاستجابة حسب الزمن المنقضي على الوفاة :** فقد تكون على شكل نتوء مرئي عيانياً ، أو نتوء غير مرئي ولكن يمكن جسده تحت الجلد ، كما يمكن أن يحدث عوضاً عن النتوء العضلي انخفاض في العضلة . وعند مشاهدة النتوء العضلي يستحسن تصويره مع استخدام مسطرة قياس مناسبة على الصورة . يمكن أن يكرر الاختبار مسافة بضعة

سنتيمترات من مكان الضربة الأولى ، أو على الذراع الأخرى ، ويمكن من خلال ملاحظة شدة الارتكاس العضلي الحكم على الزمن المنقضي كما هو مبين في الجدول الآتي :

طبيعة النتوء العضلي	الزمن المنقضي على الوفاة بالساعة
يظهر بسرعة ، قاس ، ارتفاعه ١.٥ - ٢ سم	١ - ٣ ساعات
ارتفاع ١ - ١.٥ سم	٣ - ٦ ساعات
ارتفاع ٠.٥ سم أو يحدد بالجم	٦ - ٩ ساعات
انخفاض مكان الضربة	حتى ١١ ساعة

تحديد الزمن المنقضي على الوفاة من خلال النتوء العضلي على ثنائية الرؤوس العضدية

### التنبية الكهربائي للعضلات الهيكلية :

يستخدم من أجل التنبية الكهربائي للعضلات الهيكلية جهاز سهل الاستعمال ويمكن نقله إلى مكان الحادثة ، ويعمل على البطارية ، هذا الجهاز مزود بمسريين ينتهي كل منهما بإبرة يمكن غرزها في الجلد . تغرز في نقط خاصة عند زوايا العينين وقرب زاويتي الفم وفي عضلات الأطراف . يمرر التيار خلال زمن قدره ثانية واحدة وتراقب الاستجابة العضلية . تشير شدة الاستجابة إلى الزمن المنقضي على الوفاة . تستمر عضلات العين وعضلات الطرف السفلي لفترة زمنية أطول في استجابتها للتنبية الكهربائي بعد حدوث الموت ( حتى ١٢ - ١٤ ساعة ) وعلى العكس تتخامد استجابة عضلات العنق والثلاث السفلي من الوجه سريعاً ( حتى ٥ ساعات بعد الوفاة ) .

الاستجابة			منطقة التنبيه
ضعيفة	متوسطة	شديدة	
رجفان الجفن ١٠ - ١٢ ساعة	انقباض الأذقان ٧ - ١٠ ساعات	تقلص عضلات نصف الوجه مع انقباض الأذقان ٥ ساعات	زوايا إحدى العينين
رجفان الجفن ٨ - ١٠ ساعات	انقباض الجفن ٥ - ٧ ساعات	تقلص عضلات الوجه بالكامل مع انقباض الجفن ٣ - ٥ ساعات	عند زوايا كلتا العينين
رجفان الجفن ٥ - ٧ ساعات	تقلص العضلة المستديرة الفموية ٣ - ٥ ساعات	تقلص عضلات الفم والعنق وانقباض الجفن ٢ - ٣ ساعات	عند زوايا الفم

تحديد زمن الموت اعتماداً على ارتكاس عضلات الوجه للتنبيه الكهربائي

كما يمكن تقدير الزمن المنقضي على الوفاة اعتماداً على استجابة حدقة العين على التنبيه الكهربائي لعضلات القرنية ، ويؤخذ بالاعتبار زمن حدوث الاستجابة بعد التنبيه ، وطبيعة هذه الاستجابة فهي تضيق في الحدقة أم تشوه في شكلها .

### التغيرات الباكرة والمتأخرة التي تصيب الجثة وأهميتها الطبية الشرعية :

إن التغيرات التي تطرأ على الجثة بعد الوفاة غير عكوسة ، وتنجم عن توقف الوظائف الحيوية للعضوية . وتقسّم هذه التغيرات بالنظر إلى زمن ظهورها إلى تغيرات باكرة وأخرى متأخرة .

تحدث التغيرات الباكرة خلال الأيام الأولى بعد الوفاة ، وتشمل برودة الجثة ، والصلل الرمي ، والتجف ، والزرقة الرموية ، والانحلال الذاتي . أما التغيرات المتأخرة فيمكن ان تبدأ من اليوم الثاني أو أنها تتأخر لعدة أيام أو أكثر حسب ظروف الوسط الموجودة فيه الجثة . تقسم التغيرات المتأخرة إلى تغيرات مخربة وتغيرات محافظة . أهم التغيرات المخربة التعفن ومهاجمة الحشرات ، أما التحنط الطبيعي والتصين فتعتبر من التغيرات المحافظة . ومن التغيرات التي تحدث بفعل عوامل الوسط دون أن يكون للزمن المنقضي على الوفاة دور فيها تجمد الجثة نتيجة البرد الشديد ، أو وجود الجثة في أوساط حافظة سائلة غالباً .

## التغيرات الباكرة :

١- هبوط حرارة الجثة : بعد توقف القلب ونتيجة لتخامد الوظائف الحياتية يحدث هبوط تدريجي لحرارة الجثة حتى تتعادل مع حرارة الوسط الخارجي . ولكن أحيانا يمكن أن ترتفع حرارة الجثة بعد الوفاة ، تحدث هذه الظاهرة نتيجة اضطراب مركز تنظيم الحرارة في مرحلة النزح ، وأكثر ما يشاهد ذلك في الأمراض الإنتانية ( مثل الحمى النمشية والكزاز ) وإصابات الدماغ الرضية . كما يمكن أن ترتفع درجة حرارة الجثة إذا كانت حرارة الوسط الموجودة فيه أعلى من حرارتها . ومع أن برودة الجثة تحدث نتيجة للتبادل الحراري بينها وبين الوسط الخارجي إلا أنه من الخطأ فهم هذه العملية على أنها مماثلة تماماً لقوانين التبادل الحراري الفيزيائية . فعمليات الاستقلاب لا تتوقف تماماً عقب الوفاة مباشرة ، بمعنى أن توليد الحرارة - وإن كان بسيطاً - يمكن أن يحدث بعد الوفاة . تبدأ البرودة عادة في الأجزاء المكشوفة من الجثة ، وبعد ذلك تبرد الأجزاء المغطاة بالملابس . والمناطق التي تكون فيها السطوح الجلدية متلاصقة ؛ كالإبطين والعيان . أما الحرارة المركزية للجثة فلا تبدأ بالانخفاض حتى يظهر فارق حراري بينها وبين سطح الجلد وبما أن الجلد ناقل رديء للحرارة فإن هذا الفارق يحتاج لبعض الوقت كي يظهر ، ويؤدي ذلك إلى تسطح الجزء العلوي من مخطط هبوط حرارة الجثة المركزية ، وبعد ذلك أي عندما يصبح الفارق الحراري بين الأجزاء المركزية من الجثة و سطحها كبيراً يحدث هبوط سريع للحرارة . وعندما يصبح الفارق الحراري بين الأجزاء المركزية من الجثة و الوسط الخارجي ضئيلاً يعود المخطط للتسطح ، بمعنى آخر تكون سرعة هبوط الحرارة بطيئة .

هناك عوامل عدة تؤثر في هبوط حرارة الجثة أهمها :

- درجة حرارة الوسط المحيط .
- حركة الهواء والرطوبة .
- الملابس والأغطية الموجودة على الجثة .
- وضعية الجثة : مسجاة أم منطوية .
- البنية : الجثة النحيلة تبرد أسرع من البدينة .
- سبب الوفاة .

يمكن تقدير حرارة الجثة باللمس باليد ، أو باستخدام ميزان حرارة . توضع اليد بداية على الأماكن المكشوفة ، ثم على الأماكن المغطاة بالثياب ، والإبطين ، ويمكن الحصول على انطباع أولي بهذه الطريقة . إن استخدام موازين الحرارة أكثر دقة وموضوعية في تقدير الزمن المنقضي على



الوفاة . تستعمل لهذه الغاية موازين الحرارة الزئبقية أو الإلكترونية الرقمية ، ويمكن أخذ الحرارة من أماكن مختلفة كالمستقيم أو الكبد ...

### الصمل الرمي : Rigor mortis

هو ظاهرة تحدث في عضلات الجثة تتميز بانقباض هذه العضلات وقساوتها مما يؤدي إلى ثبات في وضعية الجثة .

يحدث بعد الوفاة مباشرة ارتخاء كامل للعضلات إذ لا يشعر الفاحص بأية مقاومة عند تحريكه للمفاصل . يستمر الارتخاء العضلي لزمن يتعلق بعوامل عدة أهمها حرارة الوسط المحيط بالجثة . يبدأ التيبس حوالي ١- ٣ ساعات من حدوث الموت في عضلات الوجه وخاصة العضلات الماضغة ثم يمتد إلى العنق فالصدر والبطن والطرفين العلويين ، وأخيراً عضلات الطرفين السفليين . وهناك اعتقاد سائد بأن الصمل الرمي أول ما يلاحظ في العضلات الصغيرة ، هذا لا يعني بأنه يبدأ في هذه العضلات وإنما يكمن السبب في سهولة تثبيت المفاصل الصغيرة كمفاصل السلاميات مثلاً . ينتشر الصمل ليشمل كامل عضلات الجثة بعد حوالي ٦ - ١٢ ساعة ، وتصل العضلات لقساوتها الأعظمية بعد ٢٤ ساعة من الوفاة .

ففي هذا الزمن يلزم لتحريك مفصل الركبة وإزالة الصمل من عضلات الطرف السفلي قوة تبلغ ١٠٠ كغ . بعد ٢٤ - ٤٨ ساعة يضعف الصمل تدريجياً ليزول نهائياً بعد ٣ - ٧ أيام متبوعاً بطريقة تشكله نفسها . وآخر العضلات التي يختفي منها الصمل هي عضلات الطرفين السفليين . لا يقتصر الصمل على العضلات المخططة الإرادية ، وإنما يشمل العضلات الملساء وعضلة القلب . يختلف زمن ظهور الصمل وشدته حسب عوامل مختلفة خارجية وداخلية . من العوامل الخارجية درجة حرارة الوسط ، وبما أن الصمل الرمي هو حدثية كيميائية فإنه يتسرع بارتفاع درجة الحرارة ويتباطأ بانخفاضها . وعندما تكون الحرارة قريبة من درجة التجمد يتوقف تشكل الصمل كلياً ، وفي هذه الحالة يبدأ تشكل الصمل بمجرد نقل الجثة إلى مكان دافئ . وعلى العكس من ذلك عندما يكون الطقس حاراً يمكن أن يحدث الصمل خلال أقل من ساعة ويفتكك في اليوم الأول . العامل الثاني المهم في سرعة حصول الصمل وشدته هو النشاط الفيزيائي الذي يسبق الوفاة مباشرة ، فالجهد العضلي قبيل الوفاة يسرع حدوث الصمل .

وضعت نظريات كثيرة لتفسير هذه الظاهرة أهمها دور الأدينوزين ثلاثي الفوسفات ATP وتنطلق هذه النظرية من حقيقة الدور الذي يلعبه هذا المركب في النقل العضلي عند الشخص الحي . يحوي الليف العضلي بروتيني الأكتين والميوزين وهما يشكلان مركباً كيميائياً فيزيولوجياً يدعى الاكتوميوزين الذي يتميز بأنه أقصر من الناحية البنوية من كل من المركبين . يحدث تقلص سلاسل الأكتين والميوزين عندما تزود بالطاقة الناجمة عن تفكك مركب ATP إلى

ADP أي إلى أدينوزين ثنائي الفوسفات . يعتبر ATP إضافة لكونه مصدراً للطاقة مسؤولاً عن مرونة العضلات . تركيب الأدينوزين ثلاثي الفوسفات يؤدي إلى الارتخاء العضلي . أثناء الحياة يوجد توازن بين تفكك ATP و إعادة تصنيعه ، أما بعد الموت فيتوقف تحول ADP إلى ATP فيتناقص هذا الأخير بشدة ويتراكم حمض اللبن . وبعد فترة متفاوتة تعتمد على درجة الحرارة وكمية ATP المتبقية ترتبط سلاسل الأكتين والميوزين بشدة لتشكل مركباً صلباً وقاسياً مما يناسب الصلابة العضلية والصلم الرمي .

عندما يسبق حدوث الوفاة جهد عضلي شديد تتفكك كمية كبيرة من الجلوكوجين وينتج عن ذلك انخفاض كمية الأدينوزين ثلاثي الفوسفات في العضلات ، وهذا يفسر سرعة حدوث الصل في مثل هذه الحالات . وكذلك الأمر عندما يكون المريض مصاباً بالذنب الشديد قبل الوفاة حيث تكون مدخرات الجلوكوجين منخفضة .

في الحالة الطبيعية تكون كمية ATP كافية لإبقاء العضلات في حالة استرخاء لمدة ٢-٤ ساعات بعد الوفاة . وتدرجياً يؤدي تناقص هذا المركب إلى حدوث الصل الرمي . ويحتاج نفاذ ATP إلى حوالي ١٠ - ١٢ ساعة بعد الوفاة . ولذلك يصبح واضحاً عودة تشكل الصل في حال حله ميكانيكياً خلال الفترة ولكن هذا التشكل أقل شدة مما كان عليه قبل إزالة الصل .

ومع أن نظرية ATP تشرح الحدوث الكامنة وراء الصل العضلي ، إلا أن ثمة اعتقاداً بأن هذه الظاهرة هي أكثر تعقيداً مما يظن ، والأصح النظر إليها ضمن إطار عملية التموت أي مرحلة فاصلة بين الحياة والموت ، وإن الكثير من الحقائق حولها ما زال مجهولاً ، رغم النظريات العديدة المطروحة .

إن تشكل الصل الرمي ، وتطوره ، وتفككه ، يساعد في التوجه المبدئي نحو الزمن المنقضي على الوفاة . ولكننا نذكر هنا بمبدأ أساسي في ممارسة الطب الشرعي : عدم تطبيق المعطيات تطبيقاً آلياً ، وإنما قراءة الظروف قراءة شمولية قبل صياغة النتائج .  
ينجم زوال الصل الرمي عن ظاهرة التعفن والتحلل الذاتي ، وهنا يمكن القول إن العوامل التي تسرع في حدوث التعفن ، تسرع في زوال الصل .

إذا تم حل الصل ميكانيكياً قبل مرور ١٠ - ١٢ ساعة بعد الوفاة ، فإنه يتشكل من جديد ، لكن شدة تشكله في هذه الحالة تكون أضعف من العضلات الأخرى التي لم تتم محاولة إزالة الصل منها . بعد مضي ١٠ - ١٢ ساعة لا يعود الصل للتشكل من جديد في حال حله ميكانيكياً .

عند المدنفين والشيوخ و الأطفال ، يكون الصمل أقل شدة . وفي الحالات التي تحدث فيها اختلاجات قبيل الوفاة ( كالتسمم بالستركنين ، و الإصابة بالكزاز ، و الأذية بالتيار الكهربائي ) فان الصمل الرمي يتشكل بسرعة وبشدة .

هناك شكل نادر من الصمل الرمي يدعى بالتشنج الرمي ، و أهميته تتبع من غرابته وليس من قيمته العملية . وهو تقلص عضلي شديد يصيب مجموعات عضلية محددة ويحدث مباشرة بعد الوفاة دون وجود مرحلة الارتخاء العضلي . ونتيجة لذلك تثبت الوضعية التي كان عليها الشخص لحظة الوفاة ، وقد ذكرت حوادث كان فيها الشخص قابضاً على السلاح بيده ، و إصبعه ما تزال على الزناد . يعتقد أن التشنج الرمي يحدث عندما تتأذى منطقة الدماغ المستطيل ، أو مناطق النخاع الشوكي القريبة منها . أكثر ما تشاهد هذه الحالات في أذيات الرأس بالطلق الناري وبسبب ندرة مشاهدة التشنج الرمي في الممارسة العملية ، فإن بعض الأطباء الشرعيين لا يعترف بوجود هذه الظاهرة أصلاً .

### **التجفّف الرمي: Desiccation**

هو ظاهرة رمية تنجم عن تبخر الماء من على سطح الجثة . يحدث التجفّف في الأماكن الرطبة مثل الشفتين ، والقرنية ، والملتحمة العينية ، والصفن ، وحشفة القضيب . كما تحدث في الأماكن التي تكون فيها البشرة متأذية كالسحجات ، وحواف الجروح ، والتم المتشكل نتيجة الضغط بحبل كما في حالات الشنق ، والخنق برباط .

يتعلق زمن حدوث التجفّف بدرجة حرارة الوسط ورطوبته . يحدث التجفّف سريعاً في القرنية والملتحمة العينية ، فيما إذا كانت العين مفتوحة . في هذه الحالة يلاحظ تعكر القرنية بعد مضي ١-٣ ساعات على الوفاة . كما يشاهد بعد ٦-١٢ ساعة على الملتحمة منطقة متجففة بلون رمادي مصفر وأحياناً أسود تأخذ شكلاً مثلثاً تدعى بالبقعة السوداء أو مثلث لارشيه.

بعد مضي ٢٤ ساعة تصبح الأماكن المتجففة من الجلد قاسية وبلون رمادي مائل للاحمرار أو الاصفرار . ويفضل هذه الظاهرة تصبح الأذيات التي كانت غير ملاحظة بعيد الوفاة ، شديدة الوضوح في نهاية اليوم الأول من الوفاة .

يصيب التجفّف أيضاً الأذيات التي حدثت بعد الوفاة ، ولذلك لا يجوز ربط التجفّف مع الأذيات التي حدثت في أثناء الحياة .

تكتسب السحجات المعرضة للتجفّف لوناً مصفراً ولملمساً قاسياً ، يطلق عليها تسمية البقع الاصطباغية أو الصفائح الرقية .

أحياناً يظن خطأً بأن التجفّف المشاهد على الشفتين وكيس الصفن هو أذيات حدثت في أثناء الحياة .

## الزرقة الرممية Postmorten Lividity :

مع توقف القلب ينعدم الضغط الدموي داخل الأوعية ، ويبدأ الدم بالانحدار إلى الأجزاء السفلية من الجثة . فتمتلئ الشعيرات الدموية والأوردة الموافقة بالدم وتتوسع . وترى من خلال الجلد بقع بلون بنفسجي ، أو أحمر مزرق ، نطلق عليها البقع الموتية أو الزرقة الرممية ومادام لون هذه البقع يختلف حسب عوامل عدة ، كما هي الحال في تأثير بعض المواد السامة التي تؤثر في الهيموغلوبين وتؤدي إلى تغير لون الدم ، وبالنتيجة تغير لون البقع الموتية ، فإن مصطلح الزرقة الرممية - الشائع في المؤلفات العربية - هو مفهوم اصطلاحي .

إن تشكل البقع الموتية . أو الزرقة الرممية . لا يخضع فقط للآلية الفيزيائية المتمثلة في قوانين الأواني المستطرقة وتوازن السوائل ، وإنما يشغل التقلص العضلي الذي يصيب جدران الأوعية الدموية نتيجة الصم الرمي دوراً في دفع الدم بشكل معاكس لقوة الجاذبية غالباً . تبدو البقع الموتية في الحالة الطبيعية بلون أزرق فاتح ، أو أزرق مائل للاحمرار ، أو بنفسجي ، على جلد الأجزاء السفلية من الجثة ، وذلك بعد مضي ١-٢ ساعة على الوفاة .

إن توضع البقع الموتية متعلق بوضعية الجثة ، فإذا كانت مستلقية على ظهرها ، فإن البقع الموتية تظهر على الأجزاء الخلفية والجانبية من الجسم . وتعف عن الأماكن التي تتعرض للانضغاط ( لوعي الكتفين ، الإليتين ، الريلتين ... ) حيث يعيق الانضغاط امتلاء الأوعية بالدم .

يلاحظ على أرضية الزرقة الرممية أجزاء شاحبة من الجلد ، هي انطباع لتضاريس السطح الذي تستلقي عليه الجثة .

نميز في تطور الزرقة الرممية ثلاث مراحل :

### ١ - مرحلة الركودة hypostasis :

تتميز بتجمع الدم في الأوردة والشعيرات الموجودة في الأماكن المنخفضة من الجثة نتيجة تأثير الجاذبية الأرضية، والكريات الحمر هي التي تترسب أساساً ، وبدرجة ثانية البلاسما تستمر هذه المرحلة حتى ٨ - ١٢ ساعة بعد الوفاة ، وعند الضغط على الزرقة الرممية في هذه المرحلة فإنها تغيب تماماً من مكان الضغط ، لتعود سريعاً إلى ما كانت عليه قبل الضغط ، وكذلك عند تغيير وضعية الجثة ، فإن الزرقة تختفي من أمكنة تشكلها البدئية لتعود وتتشكل في الأماكن الجديدة الموافقة ، وهذا عائد إلى أن الدم ما زال محتفظاً بخواصه من حيث السيولة . إن الاحتقان الشديد يؤدي إلى خروج الدم خارج الأوعية وتشكل نزوف نمشية .

## ٢ - مرحلة تكثف الدم : Blood Concentration

نتيجة انتشار البلاسما عبر جدران الأوعية الشعرية والوريدات إلى الأنسجة المجاورة يزداد تكثف الدم ، ويرتفع تركيز الكريات الحمر داخل البلاسما ، مما يؤدي إلى زيادة لزوجة الدم ، وبالتالي إنقاص قابليته للتحرك داخل الأوعية . إن المصطلح STASIS المستخدم في المراجع الأجنبية لا يعكس بدقة الحدوثات الحاصلة في هذه المرحلة ، وإن تعبير تكثف الدم أكثر دقة . عند الضغط على الزرقعة الرمية في هذه المرحلة يشحب لونها دون أن تختفي تماماً ، وعند رفع الضغط تعود لتتشكل من جديد ، وتستغرق عودة تشكلها زمناً أطول من المرحلة الأولى . وعند تغيير وضعية الجثة تتشكل الزرقعة بدرجة خفيفة في الأماكن الجديدة الموافقة دون أن تختفي كلياً من أماكن تشكلها الأولية . تستمر هذه المرحلة وسطياً من ١٢ - ٣٦ ساعة بعد الوفاة .

## ٣ - مرحلة الانحلال والارتشاح : IMBIBITIONS

يحدث انحلال للكريات الحمر وارتشاح للبلاسما المحتوية على الهيموغلوبين المنحل ضمن الأنسجة المجاورة للأوعية ، مما يشكل ما يدعى بالكدمات الكاذبة . إن الضغط على الزرقعة في هذه المرحلة لا يغير من لونها ، كما أن تغيير وضعية الجثة لا يغير مكان توضع الزرقعة البدئي ولا تتشكل في أماكن جديدة . يختلف زمن الدخول في المرحلة الثالثة حسب عوامل عدة أهمها درجة حرارة الوسط . إن الكريات الحمر تتعفن بسرعة كلما كانت حرارة الوسط مرتفعة ، والزمن الوسطي لحدوث المرحلة الثالثة هو اليوم الثاني أو الثالث .

إن مراحل الزرقعة الرمية متداخلة بشدة ، والأزمة المذكورة تقريبية جداً وهي عرضة للتغير بشكل شديد ، وهذا عائد لاختلاف الظروف المتعلقة بالوسط الموجودة فيه الجثة أو بالجثة نفسها .

يختلف زمن تشكل الزرقعة الرمية وشدتها بشكل كبير ، فمثلاً في حالات النزوف يتأخر تشكلها ٣-٤ ساعات أو أكثر ، ويكون تشكلها ضعيفاً وقد تغيب تماماً . وعندما تكون فترة النزغ طويلة فإن الزرقعة تكون بطيئة التشكل وأقل شدة ، وعلى العكس من ذلك في الموت السريع ، إذ يبقى الدم سائلاً داخل الأوعية ، مما يسمح بحدوث الزرقعة خلال زمن قصير ( في نهاية الساعة الأولى للوفاة أو أبكر من ذلك ) .

## أهمية الزرقعة الرمية :

٢- علامة أكيدة للموت البيولوجي

٣- يمكن الحكم على الزمن المنقضي على الوفاة من خلال الزمن الذي تمر به الزرقة .

٤- يمكن أن يساعد لون الزرقة الرمية في التوجه نحو سبب الوفاة ، كما هي الحال في السموم المشككة للميتيهموغلوبين ، والتسمم بأول أكسيد الكربون CO ، والتسمم ببعض أنواع الفطور الزراعية ، والموت بسبب البرد ، والنزف الدموي الغزير .

إن الزرقة الرمية تتشكل أيضاً في الأعضاء الداخلية ، كما أن ارتشاح البلاسما عبر الأغشية المصلية يؤدي إلى تجمعها ضمن الأجواف المصلية بعد اليوم الثاني من الوفاة ، وتصل كمية السائل إلى ٥٠ - ١٠٠ مل داخل جوف الجنب أو جوف البريتوان ، ويكون هذا السائل في البداية رافقاً ثم يصبح مدمى نتيجة انحلال الكريات الحمر ، وهذا السائل هو ظاهرة رمية بحتة ، ولا يجب أن نخلطها مع الانسكابات المصلية الحادثة في أثناء الحياة والعائدة لأسباب مرضية أو رضية .

لمعرفة مرحلة الزرقة يتم الضغط عليها إما بالإصبع أو باستخدام جهاز خاص يطبق ضغطاً مقداره ٢ كغ ث / سم ٢ ويستمر الضغط مدة ثلاث ثوان ، أما مكان الضغط فيتعلق بتوضع الزرقة ، ويفضل اختيار منطقة تحتها سطح عظمي كالمنطقة القطنية أو مقدم الصدر . يلاحظ اختفاء الزرقة أو تغير لونها أو عدم حدوث أي تغير فيها ، كما يقاس الزمن اللازم لعودة لون الزرقة إلى ما كانت عليه .

### التحلل الذاتي : AUTOLYSIS :

هو ظاهرة رمية يحدث فيها تحلل للأنسجة بفعل إنزيمات داخل الخلية أو خارجها دون مشاركة جراثيمية .ويمكن فهم هذه الظاهرة إذا تذكرنا أن النشاط الإنزيمي لا يتوقف مباشرة عقب الوفاة ، وإنما يستمر لفترة تختلف من نسيج لآخر وتبعاً لعوامل عدة .

أول الأنسجة التي تصاب بالتحلل الذاتي هي الغشاء المخاطي للمعدة ، والمعثكلة ، وقشر الكظر . نتيجة تأثير حمض كلور الماء الموجود في المعدة على الخضاب بشكل مباشر يصبح لونه غامقاً مانعاً للأسوداد . كما أن الغشاء المخاطي المعدي يتخرب . هذه الظاهرة قد تعتبر خطأً - نتيجة نقص في خبرة الفاحص - تسمى بالمواد الكاوية . وبشكل مماثل يمكن أن يضع المشرح المبتدئ تشخيص التهاب بنكرياس حاد بشكل خاطئ اعتماداً على التحلل الذاتي الحاصل في هذه الغدة .

## التغيرات الرمية المتأخرة :

**التفسخ putrefaction** : هو ظاهرة يحدث فيها تحلل الأعضاء والأنسجة بفعل الجراثيم الهوائية واللاهوائية . إن زوال الحاجز الدفاعي الطبيعي المتمثل في المناعة يؤدي إلى تكاثر الجراثيم المتواجدة بشكل طبيعي في الأنبوب الهضمي والمجاري التنفسية ، وغزوها للأنسجة وللأوعية الدموية خاصة ، وبالتالي تعتبر عملية التفسخ ظاهرة بيولوجية ، وهذا ما يميزها عن التغيرات الرمية الأخرى التي تخضع لآليات فيزيائية وكيميائية بشكل رئيسي .

إن الجراثيم المسؤولة عن تفسخ الجثة متنوعة وتختلف حسب الوسط الموجودة فيه الجثة أهو الماء أم الهواء أم التراب ؟ تلعب الجراثيم الموجودة بشكل طبيعي داخل الجسم دوراً رئيساً في عمليات التفسخ وأهمها الجراثيم الهوائية مثل العصيات المعوية ، والمكورات أما الجراثيم اللاهوائية فتلعب دوراً أقل . تتجم الرائحة الكريهة المميزة للتفسخ - أو التعفن - بشكل رئيس عن تشكل غاز كبريت الهيدروجين ومشتقاته الناتج عن تفسخ البروتين . تبدأ عملية التفسخ مباشرة عقب الوفاة ، ويمكن أن تشاهد أولى علامتها على جلد الحفرة الحرقفية اليمنى على شكل بقعة بلون أخضر فاتح ، ويمكن فهم ذلك إذا عرفنا أن عملية التفسخ تبدأ في الأمعاء بسبب وجود الجراثيم فيها بأعداد هائلة . إضافة لذلك يسهل انتقال الجراثيم من لمعة الأمعاء إلى جدارها ومن ثم إلى جدار البطن في هذه المنطقة .

تتطلق عن عملية التعفن غازات مختلفة وفقاً للمجموعات الجرثومية المساهمة في التفسخ ، وأهم هذه الغازات CO2 وغاز الميثان CH4 وغاز كبريت الهيدروجين H2S . تدفع الغازات المنطلقة الدم داخل الأوعية وبالنتيجة تنقل جراثيم التفسخ إلى مختلف الأعضاء والأنسجة . ينجم عن الغازات انتفاخ البطن الشديد الذي قد يؤدي إلى تمزق الملابس ، أو إلى خروج الجنين من المجاري التناسلية عند المرأة الحامل . كما يؤدي ضغط الحجاب الحاجز إلى دفعه نحو الأعلى وخروج محتويات المجاري التنفسية عن طريق الفم وفوهتي الأنف ، وتخرج محتويات المعدة بنفس الآلية . إن خروج سائل مدمى من هذه الفوهات هو ظاهرة رمية طبيعية تتجم عن مشاركة التحلل الذاتي والتعفن .

يرتبط غاز كبريت الهيدروجين بالخضاب ويتشكل مركب ذو لون أخضر وهو ما يفسر تلوّن أماكن التفسخ باللون الأخضر . كما تبدو الأوعية الوريدية نتيجة انتفاخها بالغازات بألوان مختلفة تتراوح بين الأخضر الرمادي والأحمر المائل للأسوداد وذلك حسب ارتباط الغازات

الناجمة عن التعفن بنواتج تفكك الهيموغلوبين ويعطي الجلد في هذه الحالة منظرًا يدعى بتعرقات الرخام أو بشجرة التعفن الوريدية .

ينتفخ الوجه بشدة ويصبح من غير الممكن التعرف على هوية الجثة اعتماداً على الشكل الخارجي ، كما وينتفخ الصفن والقضيب بالغازات بدرجة كبيرة .

تتسرع عملية التفسخ بارتفاع معدل الرطوبة ، وتوفر الأكسجين ، وارتفاع درجة حرارة الوسط ، وتعتبر الحرارة من ٣٠-٤٠ درجة مئوية مناسبة لتسريع عملية التفسخ ، أما ارتفاع الحرارة بدرجة كبيرة فيخرب الجراثيم ويوقف عملية التفسخ . كما أن سبب الوفاة يؤثر في سرعة التفسخ ، فالوفيات الناجمة عن الإنتانات تسرع هذه العملية والتسمم الحاد بالزرنيخ يبطئها بسبب التجفاف الحاصل ، والتأثير على الزمرة المعوية الجرثومية .

تقف الطبقة المتقرنة في بشرة الجلد حائلاً دون نفوذ الجراثيم من الوسط الخارجي إلى أنسجة الجثة . بينما تساهم الأذيات التي تخرب وحدة الجلد التشريحية كالجروح في تسريع عملية التفسخ خاصة في المناطق الموافقة لهذه الأذيات بسبب سهولة دخول الجراثيم عبر هذه الجروح . ويشكل مشابه تؤدي الفوهات المحدثه ببيرقات الحشرات أو بالحيوانات الأخرى إلى تطور عمليات التفسخ بسرعة .

إن قاعدة كاسبر القديمة ، والتي تنص على أن درجة التعفن الحادثة في جثة موجودة في العراء منذ أسبوع ، تحتاج إلى أسبوعين في حال وجودها في الماء وإلى أربعة أسابيع في حال وجودها ضمن التراب ، هي غير دقيقة ، ولكنها تعكس الحقيقة العامة الآتية : إن تفسخ الجثة يكون أسرع في الهواء وأبطأ في الماء وأكثر بطناً في التراب ، ومع ذلك لا يجوز اعتبار هذه الاستنتاج مطلقاً ، فالتفسخ يتوقف في حال وجود جثة في منطقة حرارتها دون درجة الصفر مئوية ، حتى ولو كانت في العراء .

قد تتفسخ أجزاء الجثة تفسخاً متبايناً ، وقد نجد على الجثة نفسها مناطق متعفنة بشدة ، وأخرى متصينة أو متحنطة ، كما أن الأعضاء الداخلية تتباين أيضاً في درجة قابليتها للتفسخ فالأمعاء والمعدة ولب الكظر تتحلل باكراً ، في حين قد يتأخر الرحم غير الحامل ، والموتة لعدة أشهر محافظتين على بنيتهما . ولا يجوز بأي حال أن يمتنع الطبيب الشرعي عن تشريح جثة متعفنة ، أو نبش جثة من القبر لتشريحها بحجة التفسخ ، فالمعلومات التي يمكن الحصول عليها ، حتى في مثل هذه الحالات قد تكون مفاجئة .

يحتاج تحول الجثة إلى هيكل عظمي مع بقاء الأربطة المفصليّة والغضاريف إلى ١٢ - ١٨ شهراً في بيئة معتدلة . أما الزمن اللازم للتحول إلى هيكل عظمي دون أربطة أو غضاريف فيقدر بثلاث سنوات .



**التصبن Adipoceros**: هو ظاهرة يتحول فيها النسيج الدهني في الجثة إلى مادة شمعية مقاومة للتفسخ . تكمن الآلية الكيماوية وراء التصبن حيث يحدث حلمهة وهدرجة للحموض الدهنية .

التصبن هو ظاهرة محافظة ، فالنسيج الدهني المتصبن يشكل قالباً يحمي العضلات والأنسجة الأخرى من التفسخ ، وقد تحتفظ الجروح بأشكالها البدئية التي كانت عليها ساعة الوفاة . يلزم لحصول التصبن رطوبة عالية ، ونسيج دهني وافر ، وحرارة مناسبة ، وقلة في الأكسجين . تتوفر هذه الشروط عند دفن الجثة في تربة رطبة وكتيمة . ولكن وصفت حالات من التصبن في بيئة جافة ، وهنا يعتقد أن ماء الجثة كان كافياً لحلمهة النسيج الدهني، ومع ذلك يجب أن ينفي الطبيب الشرعي في مثل هذه الحالات إمكانية نقل الجثة من مكان وجودها الأصلي إلى مكان آخر .

أكثر الأمكنة المعرضة لحدوث التصبن : الوجنتان ، وثديا المرأة ، والإليتان ، والفخذان البدينان . ويمكن أن يشاهد التصبن عياناً بعد شهر واحد من الوفاة .

**التحنط الطبيعي: Mummification** هو فقد ماء الجثة بشكل يوقف عمليات التفسخ . يساعد على التحنط التيارات الهوائية الجافة ، والوسط الدافئ ، ولكن مع ذلك هناك حالات تحنط بدرجة التجمد ، ويمكن تعليل ذلك بأن الطقس البارد جداً يوقف التفسخ ، بينما تقوم التيارات الهوائية الجافة بتجفيف الجثة . يصبح لون الجلد في التحنط بنياً داكناً ، وقاسياً ومشدوداً ، بحيث تبرز النتوءات العظمية تحته .

يحتاج تشكل التحنط عادة عدة أشهر لكنه يمكن أن يشاهد في الظروف المثالية بعد أسبوعين من الوفاة .

يمكن للتحنط أن يحافظ على الأذيات لفترة طويلة ، ويمكن أن يترافق التحنط مع التصبن ويعمل ذلك باستهلاك ماء الجثة في أثناء عملية حلمهة الدهون في التصبن ، مما يساعد على التحنط .

يمكن استعادة طراوة الجلد المتحنط قبل التشريح بوضع الجثة في محلول من الغليسرين ١٥% لعدة أيام .

### **مهاجمة الحيوانات والحشرات للجثة :**

مع بدء عملية التفسخ تصبح الجثة هدفاً ثميناً لمختلف الحيوانات والحشرات . وتلعب الروائح المنبعثة من الجثة دور جذب كيماوي لهذه الكائنات . يمكن للنمل أو القوارض أو الذئاب

أو الكلاب أو غيرها أن تلحق أذى فادحاً بالجثة ويختلف ذلك حسب مكان تواجد الجثة أهى بالعراء أم داخل مبنى مهجور ، أم في غابة عامرة بالحيوانات المفترسة ؟ وعموماً تتميز أذيات الحيوانات للجثة بغياب العلامات الحياتية للأذيات من ارتشاح دموي أو ارتكاس التهابي كما يعطي تأثير الأسنان مشهداً متميزاً يختلف باختلاف الحيوان المهاجم وحجم فكيه وأسنانه . فالقوارض مثلاً تحدث تسناً في حواف الجرح ، وتسبب الكلاب والثعالب جروحاً طعنبة بالقرب من الحافة المخربة . ويمكن أن يصل تأثير الأسنان إلى عظام الجثة على شكل حفر متوازية على سطح العظم .

يعدُّ الذباب من الحشرات التي تلقى اهتماماً خاصاً في الطب الشرعي . وقد نشأ اختصاص علم الحشرات الطبي الشرعي FORENSIC ENTOMOLOGY نشأة مستقلة مكتسباً اهتماماً خاصاً في السنوات الأخيرة . وتستخدم مهاجمة الحشرات للجثة في تقدير الزمن المنقضي على الوفاة . أما اليرقات ، التي تعتبر إحدى مراحل حياة الذباب ، فتهاجم الجثة عاملة فيها تخريباً وفتكاً تضع أنثى الذباب بيضها أولاً على الأماكن الرطبة من الجثة كالمنخرين وحواف الفم والأجفان والمناطق التناسلية . وبعد أن ينشط التفسخ تتوضع البيوض في كل مكان من سطح الجثة . تفقس البيوض خلال يوم أو يومين متحولة إلى يرقات وتختلف دورة حياة اليرقة باختلاف الأنواع . واليرقات شرهة ونشيطة ، فهي تستكشف أولاً الممرات الطبيعية كالقفاص والمنخرين ، ثم تحفر أنفاقاً في النسيج . وهي تفرز إنزيمات هاضمة حالة للبروتين تساعد في تطرية النسيج والحفر تحت الجلد وصنع أقنية وجيوب تسمح بدخول الهواء إلى العمق وبالتالي تسرع من عملية التفسخ . تتوضع موجات متعاقبة من البيوض ، مؤدية إلى توليد أجيال جديدة من اليرقات . وأخيراً ، يؤدي التجفف الحاصل وفقدان الأنسجة إلى جعل الجثة أقل جاذبية للحشرات ، وعليه تصبح المراحل الأخيرة من التحلل خالية تقريباً من الحشرات .