علم الموت Thanatology

الفصل الأول

الموت death هو مفارقة الروح الجسد وانقطاع الحياة، فالموت ظاهرة بيولوجية عامة ونهاية حتمية لكل كائن حي، وهو التوقف النهائي والدائم (بلا رجعة) لعمل الأجهزة الحيوية الأساسية (وخاصة الدورة الدموية والتنفس معا)، فترة كافية لحدوث تغيرات في الجسم تمنع العودة للحياة وتقدر بخمس دقائق. أو انه التوقف الكامل الذي لا رجعة فيه لكل وظائف الدماغ brain، بما في ذلك الموت غير العكوس لجذع الدماغ brain stem.

تشخيص موت الدماغ:

اعتمادا على جملة علامات مثل رسم المخ الكهربائي (بلا أي نشاط Flat E.E.G) لمدة ٣٠ دقيقة. والدخول في غيبوبة عميقة مع انعدام الإدراك unreceptivity والحركة والاستجابة unresponsivity للمؤثرات، وغياب منعكسات الدماغ المستطيل (الحدقية والقرنية) وفي الركبة والعقب والبطن، وانخفاض ضغط مقلة العين، واختفاء المنعكسات (المنعكس الرأسي العيني oculocephalic reflex والعيني الدهليزي oculovestibular reflex والبلعومي Gag reflex ومنعكس السعال والتقيؤ cough and vomiting reflexes) إضافة لانعدام قدرة المصاب على التنفس التلقائي بالاختبار المعتمد Apnea test أثناء توقف مضخة التنفس لفترة محددة، وحدوث تغيرات عامة تنتهي بتحلل الجثة.

وينبغي استبعاد احتمال كون المصاب تحت تأثير أي من **أسباب الإغماء** مثل:

(أ) . الكحول والعقاقير المنومة والمهدئات sedatives أو المواد المخدرة narciotics أو السموم poisons أو مرخيات العضلات muscle relaxants.

(ب) ـ الانخفاض الشديد بدرجة حرارة الجسم (Hypothermia) دون ٣٣ مئوية.

(ج) ـ حالات الفشل الكلوي أو الكبدي.

(د) . الاضطرابات الأيضية والإغماء نتيجة ارتفاع سكر الدم أو انخفاضه.

(هـ) ـ حالات الإغماء الناتجة عن إصابات الغدد الصماء (درقية، كظرية، نخامية).

(و) ـ اضطراب الشوارد Electrolyte imbalance، أو أن يكون المصاب في حالة صدمة قلبية وعائية لم تعالج.

والموت مقارنة بالنوم أو التخدير أو الغيبوبة يعني توقف الحياة غير القابل للعودة بالإنعاش. ويكفي لتشخيص الموت عادة التأكد من توقف القلب والتنفس فترة كافية لحدوث تغيرات دماغية تمنع العودة للحياة وتقدر بربع ساعة. مع العلم أن هناك حالات تسمى **الموت الظاهري (أو الحالات المشابهة للموت)** عندما تعمل الأجهزة الحيوية الأساسية بحدودها الدنيا في حالات التسمم الكحولي والسبات السكري وفقر الدم أو عوزه الأكسجيني، والصرع والغرق والصعق الكهربائي، والأذيات الدماغية، والمخدرات والمنومات، والسبات اليوريمي وبرودة الجسم).

يدرس علم الموت هذه الظاهرة البيولوجية وانتقال المادة الحية إلى الجماد، وتختلف الظواهر الموتية بدرجة وضوحها فهي لا تكاد تلاحظ أحيانا في حالات الموت الفجائي، بينما تكون تدريجية في حالات الإصابة

بالسل والأورام وأمراض الدم، حيث تسبق الموت لدقائق أو ساعات أو لإسبوع وأكثر أحيانا فترة كالإنتقالية بين الموت والحياة، تسمى **الاحتضار أوالنزع** ، تتراجع خلالها المظاهر الحياتية، فيضطرب الوعي وضغط الدم، ويتقطع التنفس السطحي السريع ويضطرب القلب الضعيف، وتتشنج العضلات وترتخي العاصرات ويحدثvoiding of urine , emission of semen , regurgitation مترافقة مع شحوب الجلد وفقدان مرونته وارتخاء عضلات الوجه وغور مقلة العين (وجه أبقراط) ، بينما تغيب علامات النزع تماما في أحيان أخرى. وعلى الطبيب الشرعي تحديد سبب الموت وطبيعته وزمن حدوثه في كل الحالات.

إن موت جذع الدماغ يعني نهاية حياة الإنسان، لأن موت جذع الدماغ غير عكوس، ولا يمكن إرجاع الخلايا العصبية المتموتة إلى الحياة بأي وسيلة. يشخص حدوث الموت بالتالي اعتمادا على توقف القلب والتنفس توقفاً تاماً لا رجعة فيه، أو إذا تعطلت جميع وظائف الدماغ تعطلاً نهائياً، وأخذ الدماغ بالتحلل.

يقرر حدوث الموت بتشخيص تموت الدماغ اعتمادا على العلامات التالية معا: (السبات العميق وعدم الاستجابة للمنبهات الخارجية، توقف التنفس التلقائي لنصف ساعة، توسع حدقتي العينين، انخفاض تدريجي عفوي بالحرارة، انخفاض ضغط الدم المستمر رغم محاولات رفعه، ومخطط دماغي مسطح لنصف ساعة أو أكثر وتوقف الدوران الدماغي).

والموت في الطب الشرعي (تبعا للسبب) نوعان: طبيعي وعنفي. حيث تغلب الميتات الطبيعية وتصادف بعض الحوادث الطارئة العرضية، وبدرجة أقل منها الجنائية والانتحارية. في حين يصنف الموت تبعا للتغيرات المرضية إلى سريري وبيولوجي.

الموت السريري أو الجسمي Somatic deathorclinically:

هو توقف اتصال الفرد ببيئتة وتوقف حياة الكائن الحي وأنشطة أجهزته الحيوية الرئيسية الثلاث , CNS . CVS , Respرغم استمرارها فى أعضائه وأنسجته وخلاياه فترة تختلف من نسيج إلى آخر، تبعا لمقدرة هذه الأنسجة على تحمل النقص الأكسجيني hypoxia أو انعدام الأكسيجين anoxia. فالأنسجة العصبية وعصبونات الدماغ خاصة، حساسة لا تتحمل انقطاع الأكسيجين أكثر من خمس دقائق، تليها أنسجة الرئة والقلب، وتعيش بعض الأنسجة كالشعر والأظافر لعدة أيام (الجلد٧أيام). بينما تتحمل العظام أياما وحتى الشهر.

تحافظ بعض أعضاء وأنسجة الجسم كعضلة القلب والكلى والكبد والقرنية والجلد والعظام على حيويتها لفترة بعد الموت، حيث يستفاد من هذه الظاهرة طبيا في نقل واستزراع الأعضاء. كما يستفاد من تراجع ظواهر ردود الأفعال الحيوية طبيا شرعيا في تقدير الوقت المار على الموت.

تتأثر العضلات بالمؤثرات الكهربية لساعات بعد الموت، ويضعف هذا التأثر بمضي الوقت، حيث يستخدم هذا الإختبار لتقدير زمن على الموت. (كرد فعل عضلات أجفان العين على المؤثرات الكهربية، وحدقة العين على الحقن بالبيلوكاربين).

يتصف الموت السريري باستمرار بعض الوظائف الحيوية بمستوى منخفض وغياب عكوس للظواهر الحياتية، الأمر الذي يصادف في حالات الغرق والتبريد وانخفاض الحرارة الشديد والصعق الكهربائي والتسمم بالمخدرات والغيبوبة اليوريمية والسكرية. يستمر الموت السريري فترة قصيرة يتحول بعدها (إذا لم تسعف الضحية) إلى الموت الحقيقي وموت الدماغ أو الموت البيولوجي أو الجزيئي غير العكوس.

الموت الجزيئي أو الخلوي Molecular or cellular death:

هو توقف الحياة في الأعضاء والخلايا، نتيجة نقص أو انعدام الأكسجين وتوقف التنفس الخلوي مما يؤدى إلى توقف العمليات الحيوية والأيض ، وموت الأنسجة والأعضاء المهمة حيويا كالدماغ خلال ٣ـ٥ دقائق وتحللها. أما الموت بالمفهوم الطبي الشرعي فيعني ظهور أي من التغيرات بعد الموتية التالية.

التغيرات التى تطرأ على الجسم بعد الموت:

العلامات العينية:

١ـ غياب المنعكس القرني.

٢ـ سلبية رد فعل الحدقة على الضوء.

٣ـ اتساع الحدقتين غالباً.

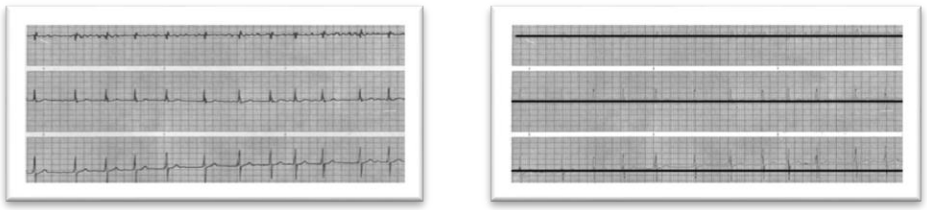
٤ـ تقطع خطوط أوعية شبكية قعر العين.

٥ـ هبوط توتر مقلة العين، وكدر القرنية، وظهور بقع صلبة العين(بقع لارش).

علامات الموت Signs of death المبكرة، أو الظنية أو السلبية:

متعددة وتحدث خلال الدقائق الأولى من الموت، مثل توقف القلب والدورة الدموية، الذي يشخص بغياب النبض أو عدم سماع ضربات القلب، أو الرسم الخطي لتخطيط القلب الكهربائي ECG (الشكل١٣٦)، أو حقن صبغة الفلورسين تحت الجلد وملاحظة عدم انتشارها، فضلا عن انقطاع تيار الدم في أوعية شبكية العين.

ECG of Live & Dead



live **Dead**

الشكل (١٣٦) مخطط القلب الكهربائي في حالتي الموت والحياة

أو توقف التنفس الذي يشخص بسماع الأصوات التنفسية، ومراقبة حركات الصدر والبطن وفتحتي الأنف وحركة الهواء من الفم والأنف باختبار المرآة. أو توقف الجهاز العصبي وتموت قشرة الدماغ بدلالة الرسم الخطي لمخططه الكهربائي EEG، وارتخاء العضلات الأولي. وليونة المفاصل وتهدل الأطراف، واتساع حدقتي العينين وعدم تأثرها بالضوء أو اللمس أو استخدام الأدوية كالبيلوكاربين الإيجابي حتى ٨ سا والأدرينالين والاستيل كولين حتى ١٤ ساعة وانعدام ردود الفعل الجسمية على أية مؤثرات (منعكس الركبة والعقب والبطن)، فضلاً عن شحوب الجلد والأغشية المخاطية وانخفاض الحرارة الشرجية. تستجيب العضلات وخاصة القلبية للإثارة الكهربائية لعدة ساعات (٣ ـ ٤ سا) بعد الموت. وتتأثر حدقة العين بالأتروبين وتتوسع خلال ساعة ـ ٢١ سا من الموت.

يستخدم هذا الاختبار لتقدير زمن موت الحيوان. وقد تستعيد بعض الأعضاء وظيفتها لو تأمنت لها الشروط المناسبة، مما ساعد في نقل وازدراع الأعضاء بعد الموت مباشرة، خلال الدقائق الثلاثين الأولى من الموت. الأمر الذي يجعل من تحديد وقت الموت موضوعا غاية في الأهمية، ويكفي لإثبات الموت التأكد من

توقف الدوران والتنفس ونشاط الدماغ فترة كافية لحدوث تغيرات غير عكوسة تمنع العودة للحياة، وتقدر بثماني دقائق.

مع أن هناك حالات موت ظاهري، أو ما يسمى بالصمت الدماغي لفترة يمكن أن تعود بعدها للحياة بالانعاش، لدى حديثي الولادة وضحايا الغرق والصعقة الكهربائية والتخدير وضربة الشمس و ارتجاج الدماغ ، والتسمم الكحولي أوالتسمم بغاز الفحم، وانخفاض سكر الدم وفقرالدم الشديد وإصابات البرد، جعلت التأكد من حدوث الموت أمراً غير ممكن قبل مضي هذه الفترة وظهور علامات الموت اليقينية، أوعدم جدوى الانعاش.

لذا لا يسمح بدفن الموتى قبل مضي ٨ ساعات، والتأكد من توقف وظائف الدماغ توقفا يستمرطيلة فترة الملاحظة والمعالجة وهي١٢ ساعة منذ تشخيص غيبوبة اللاعودة، و ٢٤ ساعة من غيبوبة الانقطاع الشامل في الدورة الدموية (كما يحدث في توقف القلب مثلاًذ)، تمدد فترة الملاحظة والعلاج عند الأطفال دون سن الشهرين إلى ٧٢ ساعة مع إعادة تخطيط كهربية الدماغ بعد فترة الملاحظة، أو تجرى اختبارات الدورة الدموية للدماغ.

الإرتخاء الأولى primary flaccidity:

يحدث نتيجة توقف التحكم العصبي، ويتجلى بليونة المفاصل وسهولة الحركة مع تفاعل PH قلوي في العضلات، فتبدو العينان مفتوحتان والحدقتين متسعتين والفك متدلي ويخرج اللسان مع سيلان اللعاب من الفم وإطراح البول. يبدأ الارتخاء الأولي بعد الموت مباشرة ويستمر ٢-٣ ساعات لحين حدوث التيبس الجيفي.

علامات الموت اليقينية االمؤكدة أو الإيجابية:

وتلاحظ خلال الساعات الإثني عشر الأولى من الموت، ويحتاج بعضها لأيام بينما يأخذ التصبن والتحنيط وقتا أطول ومنها.

التغيرات التي تطرأ على الجثة بعد الموت:

أ. التغيرات الفيزيائية: وهي برودة الجثة، التجفاف أو نقص التميه، الزرقة، التحنيط.

ب . التغيرات الكيميائية: كالصمل أو التصلب الجيفي والتصبن.

ج . التغيرات الجرثومية: كالتفسخ الجيفي.

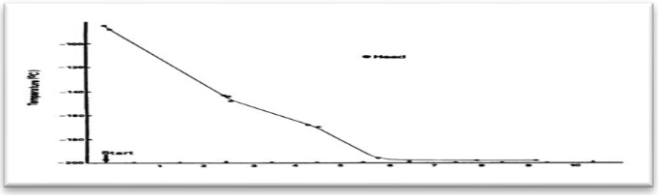
التغيرات الموتية المبكرة:

نقص التميه Dehydration، البرودة Cooling، الزرقة الجيفية Hypostasis التصلب الجيفي Rigor mortis، التغيرات الجلدية Skin والعينية Eye.

١- برودة الجسم body cooling أو البرودة الرمية Algor Morti :

تهبط حرارة الجسم بعد الموت تدريجيا، نتيجة توقف العمليات الأيضية وإنتاج الطاقة واستمرار الفقد الحراري (بالتماس ، والتبخر، والتشعع) حتى التعادل مع الوسط المحيط. يتأثر معدل فقد الجثة لحرارتها بالفرق بينها وبين حرارة الوسط المحيط وبوجود التيارات الهوائية أو الأغطية من عدمه، فيحدث الهبوط الحراري للجثة بمعدل وسطي١مْ /١سا خلال أول ٨ ساعات في الطقس المعتدل لينخفض بعدها إلى١ درجة كل ١,٥ سا خلال ١٦ سا التالية وبمعدل ١,٨مْ / سا في الطقس البارد، وبما لا يتجاوز ثلث الدرجة في الطقس الحار، لتصل الى درجة حرارة الوسط المحيط في غضون ١٨ ـ ٣٦ ساعة (الشكل١٣٧) .

تتأثر سرعة الفقد الحراري بعوامل يعود بعضها إلى الجثة، ككتلة الجسم وحرارته لحظة الموت وحرارة الوسط المحيط. فالمريض بالقلب والسل والسرطان أسرع فقدا لحرارته من المريض بالحمى بعد الإنتانات الشديدة أو النزوف الدماغية أو الجهد العضلي. وجثة البدين obesity أبطأ فقدا لحرارتها من النحيفة emaciation، ووجود أغطية أو فراش يبطئ الفقد مقارنة بالجثة المعراة على الأرض، وجثة المجهد قبل موته، وصغير السن والكهل أسرع فقدا للحرارة من البالغ، ويكون فقدان الجثة لحرارتها حسب حرارة ورطوبة الوسط وحركة الهواء ففي الماء يكون التبرد أسرع منه على سطح الأرض أو المدفون فيها.



الشكل (١٣٧) معدل برودة الجثة

يمكن حساب هذه المدة الزمنية بالقاعدة التالية: و= (ح ح – ح م) / م هـ حيث:

و: الوقت التقريبي المار بعد الموت. ح ح: الحرارة الشرجية لدى الإنسان الحي (+٣٧).

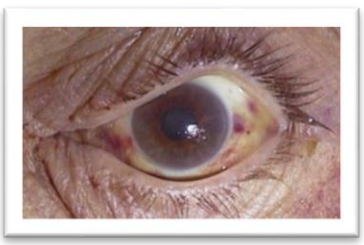
ح م: الحرارة الشرجية لدى الجثة. م هـ: مقدار هبوط الحرارة الشرجية للجثة خلال ساعة (في حالة معينة).

الأهمية الطبية الشرعية لبرودة الجثة: هي علامة من علامات الموت المؤكدة، ودليل تقريبي على زمن حدوث الموت.

٢- التجفاف أو نقص التميه Dehydration:

يبدأ التجفاف في الجلد والأغشية المرئية بعد الموت مباشرةً، ويلاحظ عيانياً خلال الساعات ٢ـ٣ الأولى منه وخاصة في ظروف الجو الحار الجاف، بفقدان مرونة الجلد الذي يصبح باهتا، وتجف مخاطية الفم المفتوح موضعيا وتصبح قاسية بنية، كما يجف جزء العين المكشوف بشكل خط أفقي كدر على القرنية، وينخفض توتر مقلتي العينين وتغور خلال ساعتين. لتشف صلبة العين وتبدو من خلالها المشيمية في زاوية العين الوحشية بشكل بقعة مثلثية رمادية أو صفراء بنية (بقع لارش Larche spot) بعد ٣ـ٥ ساعات تصبح سوداء بعد ٢٤ سا (الشكل١٣٨).

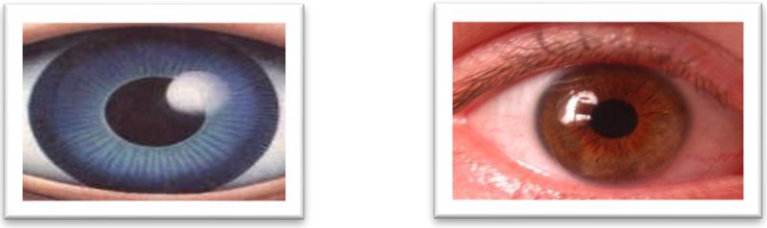
يبدأ التجفاف بالشفاه، طرف الأنف، الأعضاء التناسلية، وصيوان الأذن التي تصبح جافة داكنة. نقص التميه مهم في التفريق عن السحج (طبقة متقرنة رقيقة)، وآثار الكاويات حول الفم وكدمات الصفن. أما التجفاف الشديد في الجثة وحفظ الأنسجة بالنخر الموميائي فيسمى التحنيط.



الشكل (١٣٨) بقع لارش

التغيرات العينية:

تفقد العين بريقها وتوترها و منعكساتها ويجف السائل المخاطي للعين مع تراكم طبقة مخاطية من الإفراز الدمعي (مع أنها قد تستمر لامعة في بعض حالات الموت كالتسمم بحمض الهيدروسيانيك وغاز الفحم CO & HCN) وتتكدر القرنية، مع شلل عضلات الجفن وغور مقلة العين نتيجة توقف تأثير الجهاز العصبي على عضلاتها. وتتسع حدقتي العينين بشلل عضلتها وعدم تأثرها بالضوء أو الأدوية (الشكل١٣٩). ويقل ضغط العين بمرور الوقت بعد الموت. وتزداد نسبة البوتاسيوم والهيبوزانثين فى السائل الزجاجي للعين vitreous humor وتفقد عين الطيور البرية مع الوقت قدرتها على العكس الملون للضوء Tentum (الشكل١٤٠). وتخلو شعيرات قاع العين من الدم عند الفحص أو يتقطع فيها.



normal Dilated

الشكل (١٣٩) تغيرات العين

الشكل (١٤٠) تغيرات العين فى الحياة البرية

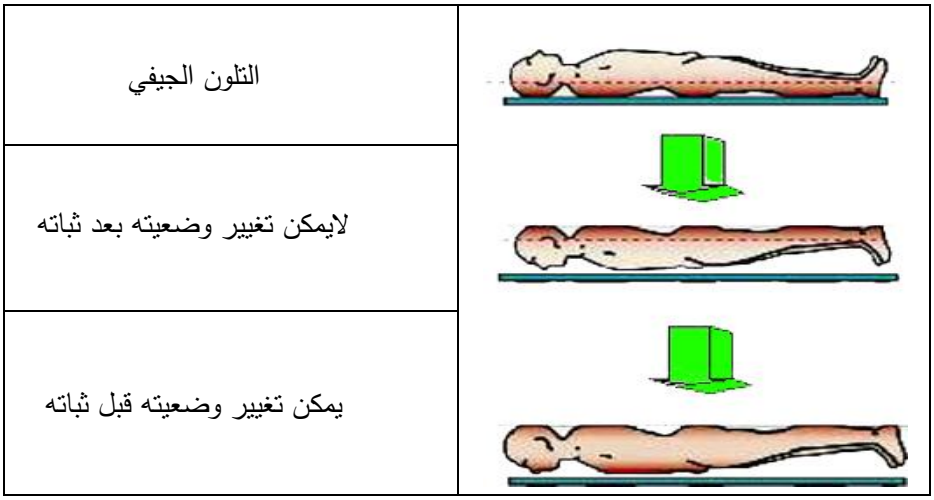
تغيرات ما بعد الموت Changes of Death (المتأخرة):

٣- الزرقة الرمية livor Mortis - postmortem Hypostasis (lividity) :

هي التلون الموتي للجلد بلون أزرق بنفسجي نتيجة توقف القلب cessation of cardiac pump وانحدار الدم السائل إلى الأجزاء السفلى من الجثة Hypostasis بتأثير الجاذبية gravity وارتخاء توتر عضلات الأوعية الدموية relaxation of the muscular tone of vessels مالئا وموسعا الأوعية لتظهر على الجلد كبقعة كبيرة زرقاء ـ بنفسجية، باستثناء أماكن الأربطة والإرتكاز الشاحبة اللون (الشكل١٤١). ظهور بقع مشابهة في أجزاء أخرى قد يكون سببه الصمل في جدران الأوعية الكبيرة الممتلئة بالدم، أو تغيير وضعية الجثة.

الشكل (١٤١) الزرقة الجيفية

يستمر الدم سائلا بعد الموت عدة ساعات، بسبب وجود الانزيم الحال للفبرينfibrinolysin الذي يزداد في حالات الإختناق. ويمر تشكل الزرقة بمراحل أولها الركود الدموي خلال٦-١٢سا تختفي أثناءها بالضغط أَو تغييرِ الوضعية وتعود بسرعة، يعقبها النفوذ والارتشاح حتى ٢٤ سا حيث لا تختفي الزرقة بالكامل بالضغط أَو تغييرِ الوضعية وتعود ببطء مع تشكيل زرقة غير واضحة في الأماكن الجديدة، وأخيرا الانحلال والتشرب وثبات الزرقة الجيفية بعد ٢٤-٣٦ سا (الشكل١٤٢). ولسماكة جلد الحيوانات لا يمكن ملاحظة الزرقة الجيفية إلا بعد سلخها. يتغير موضع الزرقة الجيفية تبعا لوضع الجثة، فيكون في نهايات الأطراف في حالات الشنق والتعليق ويكون فى الرأس ونهايات الأطراف في حالات الغرق.



الشكل (١٤٢) الزرقة الجيفية

تبدأ الزرقة بالظهور بعد ساعة ـ ساعتين من الموت، وتكتمل فى غضون ٨ ـ ١٠سا بتجلط الدم، ومن الأهمية بمكان التفريق بين الجلطة الحيوية التي قد تكون السبب في الموت والجلطة بعد الموتية (الجدول٢٧). تحدث الزرقة الجيفية في الأحشاء الداخلية أيضا فيبدو القلب كالمصاب بانسداد شرياني تاجي، والرئة كالمصابة بذات الرئة، وقد تتشابه الزرقة مع الالتهاب في المعدة ويفرق بينها بشد المعدة أمام مصدر ضوئي فنجد الدم داخل الأوعية الدموية في حالة الزرقة بينما يتخلل الدم الأنسجة في حالات الالتهاب. يمكن تغيير موضع الزرقة الجيفية خلال فترة سيولة الدم.

ويكون لون الزرقة أحمر بنفسجيا نتيجة نقص الأكسجين، ويتغير اللون تبعا لمسبب الموت، فيكون أحمرا فاتحا أو كرزيا cherry pink في حالات التسمم بغاز الفحم وقانياbrick red عند التسمم بالسيانيدات، ووردياً أو أحمر زاهيا light pink في حالات الموت بردا وبنيا dark purple في حالات التسمم بالمنومات وكلورات البوتاسيوم والنترات، وأزرقا قاتما في حالات الاختناق وبرونزيا bronze في حالات الإصابة بالكلوستريديوم. ويكون لون الزرقة قليل الوضوح شاحبا في حالات النزف وفقر الدم bleeding & anemia. وقد يشتد لون الزرقة في حالات تناذر الهرسCrush syndrome والاختناق الميكانيكي وقصور القلب والقصور التنفسي السريع والغرق، قد تتشابه الزرقة الجيفية مع الكدم ويمكن التفريق بينها كما في الجدول (٢٦).

الجدول (٢٦) تمييز الكدم عن الزرقة الجيفية

التفريق	الكدم	الزرقة الجيفية
وقت حدوثه	أثناء الحياة	بعد الموت

الدم	**خارج الأوعية يتخلل الأنسجة مع وذمة**	**داخل الأوعية الدموية بلا وذمة**
اللون	يتغير بمرور الوقت	لونها ثابت
الحواف	محددة موضعية	غير محددة معممة سفلية
المظهر	يأخذ شكل الآلة المحدثة	ليس له شكل محدد
زواله	يزول بمرور الوقت	يزول بالتعفن الرمي
السحجات	قد تصاحبه	غير مصحوب
تفاعلات حيوية	**قد يصاحبه ورم او تقيح او التئام**	غير مصحوب بخلايا دم
الغسيل	لا يزول	يزول
مكان حدوثه	أي مكان	**الأجزاء السفلى غير المضغوطة**

الأهمية الطبية الشرعية للزرقة الجيفية:

الزرقة الجيفية علامة مؤكدة لحدوث الموت تساعد في تقدير الوقت المار على الموت وتفيد في معرفة وضعية الجثة لحظة الموت مالم يغير وضعها، ويسهم لونها في استنتاج سبب بعض حالات الموت كالنزيف والتسمم، ويساعد مكانها في تشخيص بعض أسباب الموت كما في حالات الشنق والغرق أو التسمم بالسيانيد.

الجدول (٢٧) الفرق بين جلطة قبل الموت وبعد الموت

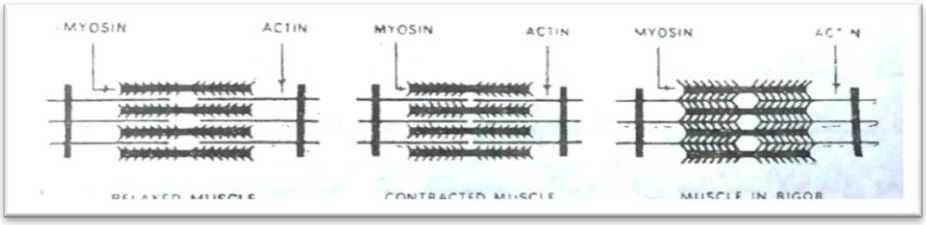
جلطة قبل الموت	جلطة بعد الموت
اللون متجانس باهت رمادي أو أحمربنفسجي	اللون غير متجانس(أحمر– رمادي– أصفر)
تماسكها شديد بها lines of Zhan	تماسكها عادي
تلتصق بالجدر وتترك سطح خشن عند إزالتها	هلامية سهلة النزع وتترك سطح أملس
لا يمكن فصلها إلى طبقات	تفصل إلى ٣ طبقات

٤– الصمل الجيفي أو التيبس الموتي rigor mortis:

هو التصلب الذي يصيب عضلات الجثة جميعها إرادية ولا إرادية بفعل التغيرات البيوكيميائية physicochemicalالمعقدة التي تحدث بعد الموت، عقب الإرتخاء الأولى في الأربطة والمفاصل والعضلات primary flaccidity of muscles خلال ١,٥-٢ سا. يشمل كل المفاصل والعضلات ويبدأ مع الزرقة بعد ٢-٦ ساعات، ويعم كافة أنحاء الجسم خلال ١٢.٦ سا وينتهى بعد ١٢-٢٤ ساعة صيفا و٣٦- ٤٨ ساعة أو أكثر

شتاء. نتيجة تفاعل كيميائي لا هوائي بالعضلات نتيجة قلة الأوكسجين ويؤدي إلى زيادة الحموضة بها لتصل الى PH: 6 . تكون العضلات أثناء الحياة قلوية ويمنع إنزيم ATP إتحاد الميوسين myosin مع الأكتين Actin. عقب الموت ينقص الأكسجين فى العضلات فيحدث تحلل لاهوائي للغليكوجين إلى حمض اللبن Lactic acid وحمض البيروفيك Pyrovic acid وحموضة العضلات حسب إحدى النظريات، فيقل إنتاج الأتب ويتوقف فعل إنزيم ATP الذي يتحول إلى ADP وطاقة تحول الميوزينوجين إلى ميوزين يتحد مع الأكتين مكونا أكتوميوزين actomyosin وتقلص العضلات (الشكل١٤٣).

تكون عودة تشكل الصمل تامة بعد حله ميكانيكيا خلال ٤–٥ ساعات الأولى من الموت وجزئية إذا تم بعد ٨–١٢ سا. تتعلق سرعة حدوث الصمل بغليكوجين العضلات الذي يعطي بتفككه طاقة تعوض المخرب من ATP الذي يحل التشنج أو يحدث الارتخاء العضلي الثاني تلقائيا بواسطة الليزوزومات الموجودة ضمن العضلات. وبنفاذ الغليكوجين والأتب يتوقف الارتخاء ليبدأ التصلب تدريجيا وبترتيب معين نازلا نحو الأسفل من العضلات الصغيرة smaller muscle groups الضعيفة في الوجه والجفون وحول الفك السفلي ٢ـ٤سا، ثم العنق٦.٤سا فالطرفين العلويين ٦ـ ٨ سا فالصدر ثم البطن ٨ .١٠ سا، فالأطراف السفلية ١٠ـ١٢ سا. ويتناول حتى العضلات الملس، المضيقة لحدقة العين والناصبة للشعر والقلبية، ويزول (بظهور الارتخاء العضلي الثانوي) بعد ١٢ ـ ٢٤ ـ ٤٨سا بنفس ترتيب ظهور الصمل. نفرق بين الارتخائين بوجود مظاهر التعفن أوغياب المنعكسات.



الشكل (١٤٣) آلية حدوث التقلص والارتخاء والتصلب الجيفي في العضلات

العوامل المؤثرة في حدوث الصمل:

يظهر ويزول سريعا في درجات الحرارة المرتفعة للوسط hot environment وعند المدنف وبعد جهد عضلي ويتأخر في البرد. ليتوقف حدوثه في درجات الحرارة شديدة الانخفاض أقل من ١٠ْ م، لكن الجثة تتيبس بتجمد سوائلها. يسرع التيبس في المجموعات العضلية الصغيرة وفي الأعمار الصغيرة والمتقدمة وفي حالات الموت بالاختناق والصدمة الكهربائية electrocution والتسمم بالستركنين وبعض الأمراض مثل الكزاز، ويتأخر حدوثه في العضلات القوية والمرتاحة وحالات النزيف والموت الفجائي.

الأهمية الطبية الشرعية للصمل الجيفي: الصمل علامة مؤكدة للموت، تساعد بتحديد الوقت الذي أنقضى على الموت، وتحديد الوضعية لحظة الموت (الشكل ١٤٤)، وفي تشخيص بعض أسبابه حيث يسرع عند التسمم بالستركنين أو الإصابة بالكزاز بسبب التشنجات التي تستنفذ ثالث فوسفات الأدينوزين.

الشكل (١٤٤) الصمل الجيفي

الحالات المشابهة للصمل الجيفي: التصلب نتيجة التشنج أوالتجمد أوالحرق أوالتحنيط.

التوتر أو التشنج الجيفي (Cadaveric rigidity (spasm :

هو تقلص عضلي جزئي في بعض الجثث في مجموعة منفصلة مِنْ العضلاتِ الإرادية separated group of muscles مفاجىء لحظة الموت مباشرة وغالبا قبله (even before) immediately after death نتيجة تهيج عصبي neurogenic شديد ويستمر بعده محافظا على وضعية الجثة لحظة الموت، كما فى حالات الصدمة النفسية أوالعصبية الشديدة high levels of stress والانتحار أو الغرق، الجدول (٢٨). يزول التوتر بعد ١٢ ساعة من الوفاة بالتعفن ولا يسبقه ارتخاء أولي عند الموت. يحدث التوتر في العضلات الإرادية فقط ، وترجع أهميته الطبية الشرعية الى استبعاد حالات القتل فى حوادث الإنتحار.

الجدول (٢٨) الفرق بين التوتر والصمل الجيفي

المقارنة	التوتر	الصمل
مسببه	تهيج عصبي	تفاعل كيميائي
مدته	**من لحظة الموت حتى التعفن**	**يبدأ بعد ٣ ساعة وينتهي بعد ١٨سا صيفا و٣٦ سا شتاء**
حدوثه	**في حالات الموت العنيف**	فى جميع حالات الموت
الأستجابه للتنبيه الكهربائي	لا يستجيب	يستجيب
مكانه	العضلات الإرادية	**العضلات الإرادية واللا إرادية**
تفاعل العضلات	قلوي	حامضي

التصلب بتأثير الحرارة Heat stiffness:

ويحدث نتيجة تعرض الجثث لحروق شديدة. حيث يتجلط بروتين العضلات والمفاصل وتتبخر السوائل. ولا تعود العضلات لحالتها الأولى عند إبعاد الجثة عن الحرارة، حيث تنثني مفاصل الأطراف وتأخذ الجثة المحترقة وضعية الملاكم.

التجمد بالبرودة Cold stiffness:

حيث تتجمد سوائل الجثة ومفاصلها عند تعرض الجثة لدرجات حرارة منخفضة جدا. تعود العضلات إلى الإرتخاء أو حالتها الأولى، بعد إخراج الجثة إلى منطقه دافئة.

الارتخاء العضلي الثانوي:

تعود العضلات الى الحالة القلوية بفعل البكتريا فينحل الأكتينومايسين إلى ميوسين وأكتين وتعود ليونة العضلات وتسمى الارتخاء الثانوي secondary flaccidity. تعتبر هذه أولى مراحل التعفن. لا تتأثر العضلات في هذه المرحلة بالتنبيه الكهربائي.

التحلل الذاتي Autolysis :

وجد أن Hcl الموجود في العصارة المعدية أو الذي يتابع إفرازه بعد الموت يؤثر على الغشاء المخاط للمعدة والأمعاء، والمري بسبب القلس، مؤديا لتفكك الغشاء المخاطي وتحلله، ويتفاعل مع الهيموغلوبين الموجود في أوعية الزغابات فيتحول إلى ميتهيوغلوبين ويصبح لون المخاطية بني متسخ (وهو لون الميتهموغلوبين)، وهو يشبه تماما ما حصل عند التسمم بتناول أحد السموم الكاوية، وللتفريق بينها ينبغي أن نلاحظ أن انسلاخ المخاطية في حالة التسمم بالكاويات يبدأ من الخارج نحو الداخل، أي من الفم فالبلعوم ثم المريء ومن ثم المعدة، أما في حالة الانحلال الذاتي فإن انسلاخ المخاطية يتم بدءا من الداخل باتجاه الخارج فنجد الفم سليم وأعلى البلعوم أيضاً.

أما الغدد اللعابية فتتجمع بها الإنزيمات التي تسبب انحلال الغدد اللعابية وتحولها لمادة شبه مخاطية ثم سائلة، فتصبح الغدد طرية، كما يتحول البنكرياس إلى كتله طرية شبه مخاطية وتشاهد عملية الانحلال الذاتي في الكبد أيضا وفي الدماغ. تكون عملية الإنحلال الذاتي أشد في المعدة ثم البنكرياس أما العضلات الأكثر مقاومة مثل عضلات الرحم غيرالحامل والقلب فيتأخر تأثرها.

التغيرات الموتية المتأخرة Late post-mortem changes :

١. التفسخ Decomposition أو Putrefaction الجيفي :

هو انحلال الجثة إلى موادها الأساسية (سوائل liquids وأملاح) وإطلاق الغازات التفسخية، بفعل الجراثيم اللاهوائية المتعايشة في الأمعاء والجراثيم المرضية مسببة الإنتان والفطريات والحشرات، كما تشارك في التأثير كذلك الجراثيم الهوائية الموجودة في المسالك التنفسية والرئتين. بالأضافة للتحلل الذاتي autolysis بفعل الإنزيمات النسجية منذ اللحظات الأولى للموت. يبدأ التفسخ من المسالك التنفسية والأعور بعد١٨-٢٤ساعة صيفا و٣٦ ـ ٧٢ساعة شتاء، ويترافق بتكون كم كبير من الغازات وانتفاخ البطن، يتغير لون الدم المتفسخ الى البني المخضر بفعل غازات التعفن وخاصة كبريت الهيدروجين (H_2S+Hb)، كما يشمل التفسخ الأحشاء الداخلية بدءا من الأمعاء والدم والقلب، فالرغامى والرئتين والكبد ثم الدماغ والكليتين ومن بعدها العضلات الإرادية والبروستات والرحم.

العوامل المؤثرة في سرعة التفسخ : تعتبر الحرارةtemperature٢٠-٣٧ مْ الدرجة المثلى لنمو الجراثيم والحرارة المرتفعة (٣٨ فأكثر) والمنخفضة (١٠ فأقل) تبطىء أوتمنع حدوثه. الرطوبة عامل مهم يسرع التعفن والجفاف يؤخره. والهواء wind بما يحمله من oxygen وجراثيم يسرع تفسخ الجثة. ويكون التعفن أسرع في الجثث البدينة منه في النحيلة وجثة المريض بالتهاب البريتون والغانغرينا والتسمم الدموي أسرع تعفنا لتواجد البكتريا، والنافقة بهبوط القلب والوذمة oedema أو بها إصابات أسرع تعفنا كذلك، كما يلاحظ تأخر تفسخ جثث

المتقدمين بالعمر age لجفافها، وكذا المصابين بأمراض مزمنة infection والمعالجين بجرعات مرتفعة من المضادات الحيوية، والأطفال الذين لم يتناولوا الغذاء بعد، وعند التسمم بالزرنيخ والانتموان والزئبق. بينما تسرع الملابس والأغطية التعفن.

ظواهر التفسخ الجيفي :

تنطلق غازات كبريتيد الهيدروجين والميتان والأمونيا وثاني أكسيد الكربون والهيدروجين إضافة لفوسفيد الزنك وفوسفيد الهيدروجين بعد أسبوع . وتتلون الجثة بالأخضر(greendiscoloration-marbling)، نتيجة اتحاد كبريتيد الهيدروجين مع خضاب الدم مكونا سلفوهيموجلوبين مخضر اللون ، يبدأ في البطن فوق الأعور خلال ٤.١ أيام ثم حول السرة فالخاصرة . ويظهر الزبد المدمى من الفم والأنف وتبرز العينان واللسان وتتمدد الأوردة بفعل الغازات وتتلون بالبني الداكن أو البنفسجي لتظهر على جلد البطن والصدر والظهر بشكل شبكة أو شجرة التفسخ الوريدي (الرخامي أو التشجر arborization) الشكل (١٤٥) .

وتتشكل الفقاعات swelling & formation of blisters الجلدية المميزة بانعدام التفاعل الحيوي Vital reaction والممتلئة بسائل قاتم نتن بعد أسبوع أو أكثر وينفصل الجلد الأخضر. وتتحلل الأحشاء بدءا من الدماغ والأمعاء والمعدة يليها الكبد و الطحال و الجهاز الهضمي، ثم الرئتين والقلب والكليتين. وتعتبر غدة البروستاتة والرحم غير الحامل أكثرمقاومة. تنتفخ البطن بفعل الغازات وتضغط على فراغات الجسم فتخرج محتويات المعدة من الفم والأنف ومحتويات المستقيم من الشرج والرحم من المهبل والرئة من الأنف وينتفخ الصفن والقضيب والأثداء. يبدأ الجلد بالإنسلاخ بعد ٢ـ٣ أسابيع ويسهل نزع الشعر وبعد ٤ أسابيع يتميع الدماغ. ينتهي التفسخ بالاختفاء الكامل للأنسجة الرخوة بعد٣ـ ٤أسابيع في الظروف الملائمة. والجدير بالذكرهنا قاعدة كاسبر التي تقول: إن مظاهر العفن على الجثة الموجودة في الهواء الطلق خلال أسبوع، هي نفسها على الجثة الموجودة في الماء خلال أسبوعين، وعلى الجثة المدفونة في الأرض خلال ثماني أسابيع.

الشكل (١٤٥) شجرة التفسخ الوريدي

فعل الحشرات Role of the insects :

تبدأ الذبابة المنزلية و الخضراء Blow fly، في وضع البيض egg على الجثة عقب الموت خلال ساعات، لتخرج اليرقات الصغيرة larva البيضاء المصفرة بطول٥ـ١٠مم بعد١ـ٢ يوم من وضع البيض. تنمو اليرقات ليصل حجمها في الأسبوع الثاني إلى١٧مم فتغادر الجثة الى الأرض، وتتحول الى عذراء (شرانق pupa) بعد ١٢ يوما وتتحول من ثم إلى حشرة بالغة adult بعد ٢٢ يوما. عمليا تترك الشرانق المجموعة حتى تعطي ذبابا كاملا، ثم تخصم هذه الفترة من العدد ٢٢ فنحصل على التاريخ التقريبي للموت.

الأهمية الطبية الشرعية للتفسخ:

يعتبر العدو اللدود للطبيب والتشريح الطبي الشرعي فهو يغير معالم الجثة ويشوه الإصابات العنفية، ويعرقل تشخيص الاختناق والفحوصات السمية باستثناء التسمم بالزرنيخ ويدعو للاشتباه بحالات جنائية في حالة الميتة الوالدة أو النزف بعد الموتي أو خروج زبد من الفم (محاكي للغرق) أو جحوظ العينين وبروز اللسان الملاحظ في حالة الموت خنقا.

قد يساعد التفسخ في تحديد سبب الموت فهو سريع فى الحالات المرضية وبطيء فى حالات النزف والتعرض لبعض السموم كالزرنيخ. وهو ذو دلالة تقريبية على زمن حدوث الموت، فالتفسخ في البطن وحول السرة يحدث خلال ٢ يوم شتاء و١ يوم صيفا، وانتشار التفسخ (إنتفاخ الجثة وجحوظ العينين) يحدث خلال ٣ . ٤ أيام صيفا. أما انفصال الجلد فيحتاج إلى أسبوع صيفا ، وتتم هيكلة الجثة بعد تفكك النسج الرخوة، لتبقى العظام وحدها Skeletonization خلال شهر- ٦ أشهر- سنة (الشكل ١٤٦) ومع نهاية العام الثاني تبقى عظام منفصلة.

الشكل (١٤٦) هيكلة جثة متفسخة

٢-التشمع أو التصبن الجيفي Saponification أو ودك الأموات Adipocere :

من الحالات التي تمنع التفسخ أو التغيرات الكيميائية المتأخرة في دهون الجثة ويتشكل في ظروف الرطوبة المرتفعة وانعدام الهواء والأكسجين وتوقف نمو الجراثيم وغسل منتجاتها بالماء، يحدث التصبن بسرعة نسبيا في الطقس الدافئ وهو يقاوم التفسخ ويساعد على حفظ الجثة. يبدأ التصبن بعد ٣ أسابيع ويكتمل خلال ٦ شهور في جثث البالغين.

فيه يتم تحلل الشحم الموجود في الجثة إلى غليسيرين و حموض دهنية. المواد الذائبة في الماء (وهي غليسيرين وحمض الأوليك) تختفي، وتبقى الحموض الدهنية الأخرى (البالميك،الأستيارين) التي تتحد مع الفلزات القلوية والقلوية الأرضية(مثل الصوديوم و الكالسيوم) مكونة مادة ذات لون رمادي مسماة بالشحم الشمعي. عند الجفاف يتحول الشحم الشمعي إلى مادة صلبة سهلة الكسر تشبه الجبس.

إذ تتحول الطبقة الدهنية الموجودة تحت الجلد أو فى الأعضاء الى مادة شمعية بيضاء مصفرة أو رمادية صلبة ناعمة تذوب بالكحول والإتير ذات رائحة عطنة تنصهر بالحرارة قابلة للإشتعال. يحدث فى الجثث الغنية بالدهون. حيث يحدث تبادل بين Na & K بالجثة مع Ca &Mg بالماء ليتكون صابون الكالسيوم والماغنسيوم (التصبن). أو أن تتم هدرجة hydrolyzation الأحماض الدهنية غير المشبعة Oleic & Palmetic acids إلى أحماض دهنية مشبعة Sitiaric & Hydrositiaric أكثر صلابة بفعل هيدروجين الماء (التشمع).

الأهمية الطبية الشرعية للتصبن :

ظاهرة نادرة الحدوث، مهمة في الاستعراف كونه يحفظ الشكل الخارجي للجثة والتعرف على سبب الموت وما بها من إصابات، ويساعد بتقدير الوقت المار على الموت أو الإلقاء في الماء. إضافة لمعرفة الظروف التى كانت بها الجثة.

التصلب الخثي :

يؤدي وجود الجثة في وسط خثي غني بالأملاح و المعادن، لتصلب الجلد الذي يتلون بالبني القاتم وتلين العظام وتقلص الأعضاء الداخلية ، مع محافظتها على تركيبها. يحافظ مثل هذا النوع من الجثث على الإصابات و يسمح بتحديد الهوية. مع ندرة مثل هذه الظواهر.

٣. التحنيط الطبيعي أوالنخر الموميائي Mumification :

هو جفاف الجثة بالكامل وتحولها إلى مومياء، أو الجفاف الجزئي للأجزاء المعرضة للهواء، وهو من التغيرات الحافظة للجثة (الشكل١٤٧). ويبدأ بعد ٣أسابيع ويكتمل في٦.٣ أشهر في المناطق الحارة (فوق ٥٠ درجة مئوية) الجافة dryness مع تيارات هوائية متجددة على تربة شديدة الإمتصاص، وقد يستغرق التحنيط ١٢ شهرا. تفقد الجثة سوائلها بفعل الحرارة والتبخرحيث يساعد التيار الهوائي على إبعاد الرطوبة كما تمتص التربة السوائل فتجف الجثة وتتصلب ويقل حجمها ووزنها وتصبح ⅛ الوزن الأصلي للجثة، ووسطا غير صالح لنمو البكتريا أو نشاط إنزيمات التفسخ. يحدث بسرعة في جثث الشيوخ ، الأطفال، والضعاف , infants , elder slim يبدو النسيج المحَنط جافا جلديا (dry, leathery) أسمر بنيا أو مسود غالبا والجلد جاف قاسي ملتصق الجسم المنكمش.

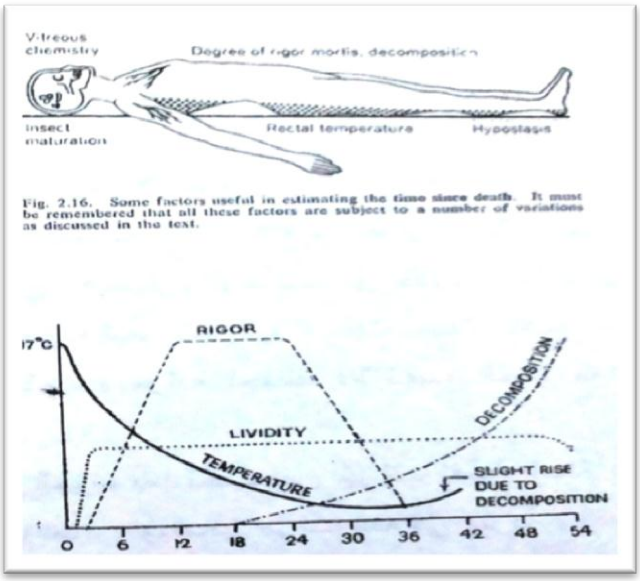
الشكل (١٤٧) المومياء

الأهمية الطبية الشرعية للتحنيط الطبيعي :

يساعد التحنيط في تقدير الوقت المار على الموت، وتحديد سبب الموت من آثار الإصابات المحفوظة، والاستعراف ومعرفة الظروف التى كانت فيها الجثة.

قد تهاجم القوارض rodents واللواحم مثل القطط والكلاب الجائعة، والطيور الجارحة الجثث المتروكة في العراء وكذلك فإن الجثث التي قد تغرق في المياه قد تتعرض لغزوالأسماك والحيوانات المائية، وتترك بها آثارا وتشوهات تشبه آثار العمل العنفي لكنها دون تكدمات أو نزوف، تجعل الاستعراف عليها صعبا ، كما تختفي العلامات الإصابية التى حدثت قبل الموت وهنا يلزم التفريق بين الجرح الحيوي وغير الحيوي غير المنتظم عديم التفاعلات الحيوية والإستعراف على الجثة بفحص DNA .

تحديد الوقت الذي أنقضى على الموت : بدراسة ردود الفعل النسيجية على الإثارة الميكانيكية والكهربائية للعضلات خلال ساعات من الموت ، وكذلك الإثارة الكيميائية أو الدوائية لحدقة العين خلال ١٤ ساعة فالأسيتيل كولين يقبضها والأدرينالين يوسعها . وبرودة الجثة التي تبدأ بعد ١ـ ١.٥ ساعة من الموت ، وتهبط حرارة الجثة درجة كل ساعة في الطقس المعتدل، وتصل لدرجة حرارة الوسط خلال ٥ـ٧ ساعات بالنسبة للحيوانات الصغيرة و٨ ـ١٠ساعات للحيوانات الكبيرة . أما الزرقة الجيفية فتبدأ بعد ساعة وتكتمل خلال ٨ ـ١٠ ساعات. بينما يبدأ التصلب الجيفي بعد ٣ ساعات ويكتمل في ١٢ ساعة ، ويزول في ١٨ـ ٢٤ ساعة صيفا و٣٦ ساعة شتاء . يبدأ التفسخ بعد ٣٦ ساعة صيفا و ٤٨ ساعة شتاء الشكل (١٤٨) .



الشكل (١٤٨) العوامل المساعدة في تقدير زمن الموت

يدل وجود اليرقات والبويضات والحشرات الكاملة عند الفتحات الطبيعية على مرور إسبوعين ، ويحدد الوقت حسب مراحل دورة حياتها . يبدأ التصبن بعد ٣ أسابيع ويتم خلال ستة أشهر . ويبدأ التحنيط الطبيعي في اسبوعين ويتم خلال ٦ أشهر . كما تفيد دراسة هضم الطعام في معرفة الزمن المار بين آخر وجبة والموت ، إذ تنتقل الأغذية النباتية من المعدة إلى الأمعاء خلال ٤ ساعات والدهون ٦ ـ ١٠ ساعات ، لتكتشف في المعي الغليظ الصاعد بعد ٦ ساعات والمستعرض ١٢ساعة والنازل ١٨ ساعة تقريبا .