

علامات الموت: Signs of death

الموت هو الحدث الحتمي الوحيد في حياة الإنسان. ولقد اختلف الباحثون في تعريف الموت، فعرفه البعض على انه توقف في أي من الأجهزة الجسمية الثلاثة المهمة (جهاز الدوران، الجهاز التنفسي، الجهاز العصبي المركزي) ولكن في هذا التعريف بعض الخطأ حيث قد تتوقف عمل بعض الأجهزة الجسمية ويستمر عمل الأجهزة الأخرى، فقد يستمر التنفس في حالة استخدام جهاز التنفس الاصطناعي (الرئة الاصطناعية artificial ventilator) لذلك ينص التعريف الحديث للموت؛ بأنه التوقف التام والدائمي والذي لا رجعة فيه (اللاعكسي) للوظائف المتداخلة للانظمة الجسمية الحيوية الثلاثة الضرورية لاستمرار الحياة وهي الجهاز العصبي والتنفسي وجهاز الدوران. وهذا ما يسمى بالموت الجسماني (somatic death) وموت الانظمة (systemic death) والموت السريري (clinical death).

يندر في الاحوال الاعتيادية ان تتوقف الاجهزة الثلاثة في لحظة واحدة ولكن يتوقف احدها ثم يتلوه توقف عمل الجهازين الاخرين عاجلا" ام آجلا، فمثلا" في حالات الشنق القضائي يتوقف القلب عن النبض بعد بضعة دقائق من توقف التنفس وكذلك يتوقف الدماغ بعد توقف القلب بوقت يسير وهكذا. عندما يحل الموت الجسماني يتوقف تجهيز الاعضاء الجسمية المختلفة بالدم و/او الاوكسجين لذا تتوقف خلاياها عن القيام بوظائفها وفعاليتها الايضية وتحول الى الايض اللاهوائي ومن ثم تموت تلك الخلايا، وهذا ما يطلق عليه بالموت الخلوي (cellular or molecular death)

تعريف الموت الخلوي:

ويقصد به موت خلايا انسجة واعضاء الجسم المختلفة والذي يحدث عند حلول الموت الجسماني ضمن فترات زمنية تختلف من نسيج الى اخر اعتمادا" على مقدار ما يتسلمه او يحتاجه ذلك النسيج من الدم المؤكسد اثناء الحياة.

- تموت الخلايا العصبية بعد مرور (3-5) دقائق من الحرمان الاوكسجيني
- خلايا عضلة القلب بعد (20-30) دقيقة
- خلايا العضلات الهيكلية بعد ساعة واحدة من الموت الجسماني وتتطلب بضعة ساعات لموت نسيج العضلة كاملة"
- خلايا الدم والقرنية بعد خمس ساعات

• تموت خلايا الانسجة الليلية بعد عدة ايام
ويندر ان يحدث الموت الخلوي في جميع الخلايا في ان واحد عدا حالات الوفاة الناتجة عن الانفجارات
النوية او سقوط الضحية في منصهر المعادن الساخن.

ومن الدلائل العلمية على حدوث الموت الخلوي بعد الموت الجسماني:

- 1-استمرار استجابة العضلات للتحفيز بالتيار الكهربائي بعد مرور ثلث ساعة من الوفاة.
- 2-توسع حدقة العين عند اضافة مادة الاتروبين اليها بعد ساعة-ساعتين من الوفاة.
- 3-العثور على بعض الحيوانات المنوية الحية في الخصية بعد مرور بضعة ساعات من الوفاة.
- 4-استمرار الكبد في تحويل الكلايوجين الى سكر الكلوكوز وتوليد 140 سعرة حرارية بعد مرور ساعة- ساعتين من الوفاة.

الموت الظاهري او الحياة المعلقة (apparent death or suspended animation):

وهي حالة خاصة تنخفض فيها الوظائف الجسمانية الى ادنى حد يمكن معه ان تدوم الحياة والتي يتعذر على الطبيب ان يبت بحصول الموت لعدم تمكنه من سماع ضربات القلب الضعيفة بالسماعة الطبية ولا يحس نبضها الاصبغ عند الرسغ وكذلك الحركات التنفسية والمنعكسات العصبية. ويكون الموت الظاهري اما اراديا" او لارادي:

- ا-الارادي ؛ يشاهد لدى لاعبي اليوغا وبعض المسنين المصابين بالامراض العقلية والعصبية
- ب-اللارادي: ويشاهد عند:

- 1- حديثي الولادة
- 2-الصعق الكهربائي
- 3-الغرق
- 4-الاصابات الرضية الشديدة المسببة لرض الدماغ
- 5-المراحل النهائية للامراض المنهكة
- 6- التسمم بالمخدرات
- 7- حالات الشنق

مما تقدم يتبين لنا اهمية توخي الدقة عند تشخيص الموت للاسباب التالية:

1. ان الاعلان الخاطيء للموت قد يؤدي الى الدفن المبكر للشخص وبالتالي القتل الغير المتعمد لنفس بشرية ، لذا لا يدفن الميت في بعض البلدان الا بعد مرور 10 ساعات على الوفاة

2. ان اعلان حلول الموت الجسماني مهم في تحديد امكانية نقل بعض الاعضاء كالقرنية والقلب والكلى وغيرها

3. ان اعلان الموت يعتبر ايداء بتحرير شهادة الوفاة ، وقبر المتوفي وترقين قيده من سجل الاحياء في دائرة الاحوال المدنية وما يترتب على ذلك من اجراءات قانونية.

س/ هل يمكن نقل الدم من الشخص المتوفي الى شخص حي ؟

علامات الموت:

هي التغيرات التي تطرأ على الجسم بعد توقف الحياة ومنها ما يعود الى الموت الجسماني (احتمالية) ومنها ما يعود الى الموت الخلوي (تأكيدية)، وتقسم حسب تعاقبها الى مجموعتين:

1) علامات مبكرة (احتمالية)

2) علامات متأخرة (تأكيدية)

العلامات المبكرة:

1. العلامات الناتجة عن توقف جهاز الدوران وتشمل:

• عدم القدرة على تحسس نبض الشريان الكعبري او الفخذي او السباتي ولمدة تزيد عن خمسة دقائق قبل اعلان الموت علما بان النبض قد يكون ضعيفا في حالات النزف الدموي الشديد والصدمة الجراحية

• عدم القدرة على سماع اصوات القلب بالسماعة الطبية عند الانصات اليها لمدة تزيد عن خمسة دقائق قبل اعلان الوفاة، والتي قد تكون ضعيفة ويصعب الاستماع اليها لدى البدينين والمصابين بالانتفاخ الرئوي او الصدمة الجراحية

• تسطح المخطط الكهربائي للقلب ECG الا انه علامة احتمالية نظرا لحصوله في بعض امراض القلب

• ومن الاختبارات التي تدل على توقف جهاز الدوران

1. اختبار ماغنس (Magnus test)

2. اختبار ايكارد (Icard test)

3. فحص الاضاءة والضغط والحرارة..... الخ

2. العلامات الناتجة عن توقف جهاز التنفس وتشمل:

- توقف الحركات التنفسية لعضلات الصدر والبطن لذا لا يمكن مشاهدتها او تحسسها اثناء الفحص ولقد اعتمد اختبار (ونسلو) على وضع اناة زجاجي يحوي الماء على المنطقة الشرسوفية فيدل استقرار سطح الماء على توقف الحركات التنفسية وحركته على استمرارها
- توقف الاصوات التنفسية وعدم القدرة على سماعها من خلال السماعه الطبيه عند الانصات اليها لمدة خمس دقائق، وقد يصعب الاستماع اليها عند فحص الصدر لدى البدينين والمصابين بالانتفاخ الرئوي لذا يفضل وضع السماعه عند موضع القصبة الهوائية في الرقبة
- وقد يقوم الطبيب بتقريب زغب ريشة طائر امام فتحات التنفس ويراقف حركتها التي تتفق مع الزفير والشهيق اثناء الحياة (feather test) او يقرب مرآة او زجاجة امام هذه الفتحات وينتظر تضبيبها ببخار الماء عند الحي وانعدامه لدى الموتى (mirror test)

3. العلامات الناتجة عن توقف الجهاز العصبي المركزي C.N.S.

- تعتبر الخلايا العصبية من اول الخلايا المتأثرة بنقص الاوكسجين ، اذ تموت بعد فترة 3-5 دقائق من حدوث فقدان الاوكسجيني وتشمل :
- فقدان التام للوعي مع توقف الحواس والاحساس والحركة
 - انعدام المنعكسات العصبية كمنعكس القرنية والمنعكس الضوئي وعدم الاستجابة للمؤثرات المؤلمة وعدم استجابة العينين لحقن الاذنين بالماء البارد
 - تسطح مخطط الدماغ الكهربائي (EEG) بعد الموت الا انه قد يحدث اثناء الحياة لدى الاشخاص الذين يتناولون المخدرات ومشتقات الباربيتون
 - الارتخاء العضلي الاولي نظرا " لتوقف وصول الاشارات العصبية ترتخي جميع عضلات الجسم مباشرة بعد الموت فتزول التجاعيد (وجه الميت او وجه البراءة) ويتسع البؤبؤان وعضلة القلب ويتسطح جدار الصدر ويسهل تحريك الاطراف عند المفاصل لحين حصول الصمل الموتى .

4. علامات في العين وتشمل:

- اغلاق جفني العينين بصورة جزئية او كلية بسبب الارتخاء العضلي
- اعتام مؤقتة في القرنية بعد مرور 15 دقيقة من الوفاة نتيجة للجفاف او ترسب دقائق الغبار خصوصا " عند الاغلاق الجزئي للجفنين
- انعدام منعكس القرنية والمنعكس الضوئي
- البؤبؤان متسعان ولايستجيبان للضوء

- انخفاض ضغط العين (14-25 ملم زئبق) الى 3 ملم زئبق بعد نصف ساعة من الوفاة ليصبح صفرا" بعد ساعتين من الوفاة
 - تكون بقعة سمراء في المنظمة العينية تأخذ شكلا" مثلثا" قاعدته القرنية ورأسه زاوية التقاء الجفنين بسبب الجفاف الناتج عن الانفراج الجزئي بين الجفنين
 - الشدف الساكن ويقصد به تقطع الدم segmentation داخل اوردة الشبكية عند فحصها بمنظار العين (ophthalmoscope) والذي يعتبر من اوثق العلامات الاحتمالية للموت خلال الساعتين الاولى بعد الوفاة. كما تبدو الشبكية شاحبة نظرا" لخلوشاها من الدم.
- ملاحظة: يعتبر شحوب الوجه Pallor علامة احتمالية للموت لانه يحدث اثناء الحياة في حالات النزف الدموي الشديد والخوف والرعب خصوصا" لدى الاشخاص ذوي البشرة البيضاء والمصابين بفقر الدم.

العلامات المتأخرة (late signs) وتشمل:

1. تعادل درجة حرارة الجثة مع درجة حرارة المحيط:

بمجرد حلول الموت الجسماني وتوقف التدفق الدموي يفقد الجلد حرارته بسرعة نسبية بحيث يصبح باردا" بشكل ملحوظ بعد مرور نصف ساعة تقريبا" على الوفاة وبالطرق الفيزيائية للفقدان الحراري (الحمل، الاشعاع والتوصيل) واعتمادا" على مقدار الفرق بين درجة حرارة الجلد والمحيط .
اما انخفاض درجة حرارة باطن الجثة فيختلف بكونه اكثر انتظاما" فلا يحصل انخفاض خلال الساعتين - ثلاث ساعات الاولى بعد الوفاة لسببين هما:

1. وجود الطبقة الشحمية تحت الجلدية العازلة للتسرب الحراري
2. استمرار الكبد بتحليل الكلايوجين داخل الجسم خلال 2-3 ساعات بعد الوفاة وانتاج 140 سعرة حرارية والتي تكفي لرفع درجة حرارة باطن الجثة بمقدار درجتين مؤيتين في الظروف القياسية. ثم تتناقص درجة الحرارة بشكل ومعدل انسيابيين خلال الـ (6-9) ساعات التي تلي الساعات (2-3) الاولى .

وبعد حوالي (12) ساعة تكون درجة حرارة باطن الجثة مقاربا" لدرجة حرارة المحيط في الطقس البارد والمعتدل.
وبصورة عامة يتطلب (20-40) ساعة بعد الوفاة لتتعادل درجة حرارة باطن الجثة مع درجة حرارة المحيط اعتمادا" على بنية الشخص.

وتقاس درجة حرارة باطن الجثة باستخدام محرار كيميائي مدرج من (0-50 مئوية) يوضع اما في المستقيم على بعد (8-12) سم من فتحة الشرج او داخل انسجة الكبد او تحت سطحه السفلي بعد احداث تبضع جراحي صغير عند اعلى الجانب الايمن الامامي للبطن.

العوامل المؤثرة على معدل فقدان الحرارة من الجثة:

أ-العوامل البيئية المحيطة بالجثة ؛ وتشمل:

(1) درجة حرارة المحيط : اذ يزداد معدل فقدان الجثة لحرارتها كلما انخفضت درجة حرارة المحيط وعلى العكس من ذلك في الاجواء الحارة كايام الصيف في العراق فأن تعادل درجة حرارة باطن الجثة مع المحيط قد يحصل عند الموت او بعده بوقت يسير.

(2) الوسط الذي عثر فيه على الجثة : حيث ان فقدان الحراري للجثث الملقاة في الماء اسرع من الجثث المتروكة في العراء والذي يكون اسرع من الجثث المدفونة تحت الارض(المقبورة) وبالشكل التالي (الماء : الهواء : القبر = 1:2:4) ... لماذا؟؟

(3) ازدياد حركة التيارات الهوائية والهواء الجاف: يسبب زيادة في معدل فقدان الحراري للجثة نتيجة لتيارات الحمل والتبخر.

4) مقدار ونوعية الاغطية والملابس التي تغطي الجثة .

ب-العوامل التي تعود للجثة: وتشمل :

(1) بنية الشخص: اذ يكون فقدان الحراري بطيئا" لدى الاشخاص البدينين نتيجة لوفرة النسيج الشحمي العازل تحت الجلد ، لذا يحتاج الشخص النحيف الى (20 ساعة) لتتعادل درجة حرارة باطن جثته مع درجة حرارة المحيط و(30 ساعة) للشخص المعتدل (المتوسط) البنية و(40 ساعة) للشخص البدين

(2) الجنس : تحافظ الاناث على درجة حرارة اجسادهن بعد الوفاة لفترة اطول من الذكور لوفرة النسيج الشحمي العازل تحت الجلد

(3) العمر : يزداد معدل فقدان درجة حرارة الجثة لدى الرضع ، وصغار السن والشيوخ مقارنة بالاشخاص البالغين نظرا" لكبر المساحة السطحية مقارنة بالجسم .

4) سبب الوفاة ودرجة حرارة الجسم قبل الوفاة:

❖ اذ قد تكون درجة حرارة الجسم مرتفعة كما هو الحال عند الاصابة بالخمج ،الانتان الدموي ،

الاختلاجات (نتيجة الامراض كالكزاز او السموم كالستركنين)، الاصابة بضربة الشمس واصابات الرأس (خصوصا" عند حدوث نزف في ساق الدماغ).

❖ بينما تكون درجة حرارة الجسم منخفضة في حالات النزف الدموي الشديد ، الصدمة الجراحية ، عجز

القلب الاحتقاني ، الموت بردا" والتسمم بالجرعات المفرطة لعقار الكلوربرومازين (لارجكتيل).

الاهمية الطبية العدلية لتعادل درجة حرارة الجثة مع درجة حرارة المحيط:

1. علامة تأكيدية من علامات الموت.
2. تحديد الزمن المنقضي على الوفاة بدقة خلال الساعات الاولى وخصوصا" عند معرفة درجة حرارة المحيط ودرجة حرارة الجسم عند الوفاة
3. الانخفاض السريع والمبكر في درجة حرارة الجثة يبطئ من حصول الصملى الموتى والتفسخ مما يساعد على حفظ الجثة لفترة اطول.

2.الزرقة الرمية او بقع الدم الانحدارية (, postmortem lividity, postmortem hypostasis,

:(livor mortis , postmortem staining

وهي احدى العلامات التأكيدية للموت ويقصد بها التلون – الاحمر المزرق او البنفسجي – الحاصل في الجلد بعد الوفاة نتيجة لتجمع الدم وركوده داخل الاوعية الدقيقة والاوردة الصغيرة الحجم في الاجزاء المنخفضة من الجثة بفعل الجاذبية الارضية نتيجة لتوقف عمل القلب والذي يترافق عادة بشحوب في الاجزاء العليا منها (حسب قاعدة الاواني المستطرقة) واماكن ارتكاز الجثة على الارض ومواقع ضغط الاربطة والاحزمة والملابس وحالات الثدي في الاجزاء المنخفضة منها نتيجة لانضغاط الاوعية الدموية الذي يمنع تجمع الدم فيها.

ولا يقتصر ظهورها على الجلد وانما تظهر في الاجزاء المنخفضة للاحشاء الداخلية والتي يعتمد عليها في تعيين زمن الوفاة في الجثث المتفحمة وهناك بعض الحالات التي نادرا" ما تظهر فيها بقع الدم الانحدارية قبل الوفاة عند الاستلقاء لفترات طويلة وحالات الاصابة بالكوليرا، الطاعون، التاييفوس، وعجز الكلى والتسمم بالمورفين والاختناق.

اما العوامل المؤثرة على ظهور بقع الدم الانحدارية فهي:

1. كمية الدم الموجود داخل الاوعية الدموية عند الوفاة لذلك قد لا تظهر بقع الدم او تكون ضئيلة الاثر لدى الاشخاص المصابين بفقر الدم او النزف الدموي الشديد.
2. المحافظة على وضعية الجثة دون تغيير لفترة زمنية كافية لتجمع الدم وركوده داخل الاوعية .
3. لون البشرة :اذ انها تظهر اكثر وضوحا" لدى ذوي البشرة الفاتحة اللون من الاشخاص اصحاب البشرة الداكنة.

الاهمية الطبية العدلية لبقع الدم الانحدارية:

1. انها علامة تأكيدية للموت. اذ يندر ان تظهر اثناء الحياة .

2. اعطاء فكرة عن الزمن المنقضي على الوفاة من خلال ملاحظة مدى تكونها وحجمها او انتشارها وثباتها في موضعها عند فحص الجثة؛ حيث تبدأ بقع الدم الانحدارية بالتكون مباشرة بعد الوفاة لكنها تظهر بشكل بقع صغيرة متعددة في الاجزاء المنخفضة من الجثة في نهاية الساعة الاولى (بعد ثلث- نصف ساعة) بعد الموت، والتي تزداد بالحجم وتتقارب لتتحد مشكلة بقعة كبيرة بعد مرور (5-6 ساعات) والتي تحتاج الى (5-6 ساعات) اخرى دون تغيير وضعية الجثة لكي تثبت في مواضعها وبعدها لايتغير موضع بقع الدم مهما تغيرت وضعية الجثة.

3. اعطاء فكرة عن وضعية الجثة بعد الوفاة ؛ فان كانت اماكن توزيعها على الجثة لا تتفق مع وضعية الجثة التي عثرت عليها فهذا قد يدل على ان الجثة قد تم تحريكها ونقلها بعد عدة ساعات من الوفاة.

4. اعطاء فكرة عن سبب الوفاة من خلال :

أ- مدى وضوح هذه البقع ، اذ تكون ضئيلة الاثرفي حالات النزف الدموي الشديد وذات لون ازرق داكن في حالات الاختناق

ب- موقع البقع في الجثة فعلى سبيل المثال فانها تظهر في الوجه والرقبة في حالات الغرق نظرا لثقل الرأس، وتشاهد في نهاية الاطراف الاربعة وظاهر الاعضاء التناسلية في حالات الشنق .

ج- لون هذه البقع:

- ❖ ذات لون وردي زاهي في حالات الاختناق بغاز الفحم(CO) (بسبب تكون مركب كاربوكسي هيموغلوبيين الدم) وفي بعض حالات التسمم بالسيانيد
- ❖ لون وردي باهت او ضئيلة الاثر بسبب فقر الدم او النزف الدموي الشديد
- ❖ لون احمر زاهي في حالات الموت بردا" والغرق (نتيجة لبقاء الدم المؤكسد في الاوعية الدموية).
- ❖ لون قهوائي فاتح في حالات التسمم بكلورات البوتاسيوم ومركبات الانلين نتيجة لتكون مركب المتهموغلوبيين
- ❖ لون قهوائي غامق عند التسمم بمركبات الفسفور
- ❖ لون اسود عند التسمم بالمورفين او المخدرات
- ❖ لون اخضر عند التسمم بالاسبرين
- ❖ لون اخضر مزرق عند التسمم بغاز البلايغ(كبريتيد الهيدروجين H₂S) بسبب تكون مركب سلفامتهموغلوبيين.

سؤال 1: ما هو الفرق بين بقع الدم الانحدارية والكدمات؟

سؤال 1: ما هو الفرق بين بقع الدم الانحدارية والاحتقان؟

سؤال3: اين تتوضع بقع الدم الانحدارية في الجثث الملقاة في المياه الجارية بقوة؟

3-الصمل الموتى (rigor mortis):

الصمل لغة يعني التيبس او الاشتداد ومن الناحية الطبية العدلية يعتبر الصمل الموتى من اهم العلامات التأكيدية للموت ويقصد به ؛ التيبس او التصلب الذي يصيب العضلات الارادية والارادية بعد الموت ويبدأ بالحدوث بعد الارتخاء العضلي الاولي ويستمر الى حين حصول الارتخاء العضلي الثانوي ايذانا "بحلول التفسخ.

يظهر الصمل في العضلات الصغيرة ثم ينتقل الى العضلات الاكبر الواحدة تلو الاخرى ، لذا فهو يظهر اولاً في عضلات الاجفان ثم عضلات الوجه والفك الاسفل وعضلات الاطراف العليا والجذع ثم الاطراف السفلى وما ان يكتمل في جميع الاجزاء حتى تصبح الجثة كقطعة واحدة من الخشب او المعدن لاتتثنى عند المفاصل ، وبحلول الارتخاء العضلي الثانوي (عند بداية التفسخ) يختفي الصمل الموتى تدريجياً كما بدأ. ولان الصمل الموتى يصيب العضلات الارادية والارادية على حدٍ سواء لذا يترافق حصوله بالمشاهدات التالية:

1. تضيق في حدقة العينين بعد ان كانتا متسعتان.
2. تصلب وتضخم في عضلة القلب مع خلو تجاويها من الدم.
3. تحبب الجلد فيظهر مشابهاً لجلد الاوزة او الدجاجة المنزوعة الريش (cutis anserina /goose skin) نظراً لتصلب العضلات الناصبة للشعر (erector pillea).
4. ارتفاع الخصيتين مع تدفق منوي لدى الذكور نظراً لحلول الصمل في عضلات الحبل المنوي والحويصلة المنوية على التوالي.

وبصورة عامة وفي الظروف القياسية :

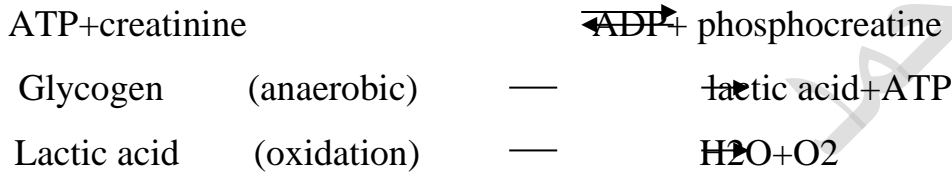
- يبدأ الصمل الموتى بالظهور بعد (1-3) ساعات من الوفاة.
- يكتمل في جميع اجزاء الجثة بعد (12) ساعة.
- يبقى في الجثة لمدة (12) ساعة اخرى.
- يبدأ بالزوال بعد(24-36) ساعة.

آلية حصول الصمل:

لا يتضمن حصول الصمل الموتى الا على تناقص ضئيل في طول العضلات بسبب انعدام تقلص العضلة المألوف اثناء الحياة نتيجة لانعدام التحفيز العصبي بعد حلول الموت الجسماني ، وانما ينتج الصمل

الموتى من جراء سلسلة من التفاعلات الكيمياوية المعقدة التي تؤدي الى انخفاض مستوى مادة الاديونسين الثلاثي الفوسفات (ATP) الضرورية لمنح الطاقة اللازمة لدوام عمل ومرونة وطواعية نسيج العضلات اثناء الحياة.

من المعروف بان نسيج العضلات الارادية يتكون من حزم من الياف والتي تتكون بدورها من لبيفات وكل لبيف يتألف من خيوط تحوي على اشربة من بروتين الاكتين والمايوسين والذان لايمتلكان القدرة على التقلص (منفردين) ولكن عند خلطهما بنسب ثابتة لتكوين مركب الاكتومايسين القادر على التقلص والانبساط عند اضافة مادة الاديونسين الثلاثي الفوسفات ومحاليل الاملاح خصوصا "كلوريد البوتاسيوم الى الخليط ولهذا الاتحاد تعزى مرونة وطرارة العضلة ، وفقا للتفاعلات الكيمياوية التي تحدث اثناء الحياة بالشكل التالي:



ولكن بعد الموت يتوقف انتاج الـ(ATP) ويستمر استهلاك الـ(ATP) والكلايوجين وفوسفات الكرياتين ويزداد مستوى حامض اللبن في العضلة المصمتلة.

العوامل المؤثرة على حصول الصملى الموتى:

1. **مخزون العضلة من الكلايوجين:** اذ يسرع الصملى في الظهور والزوال كلما قلَّ مخزون العضلة من الكلايوجين :

- لذا فهو يكاد لا يظهر لدى الاجنة دون عمر سبعة اشهر رحمية
 - كما انه يسرع في الظهور و الزوال عند الرضع وكبار السن لضعف بنيتهم العضلية
 - ويسرع بالظهور والزوال لدى هزيلي البنية والنحفاء ويتأخر عند ذوي البنية العضلية الكبيرة
 - ويظهر و يزول بسرعة اذا ما سبقت الوفاة بمجهود عضلي شديد أو اصابة باختلاجات كالاصابة بالكزاز او التسمم بالستركنين بحيث تستنزف مخزون العضلة من الكلايوجين .
2. **درجة الحرارة :** نظرا " للاساس الكيمياوي لحصول الصملى لذا يسرع بالظهور و الزوال عند ارتفاع درجة حرارة المحيط و/او الجسم كما في أجواء الصيف وعند ارتداء الملابس السميقة والوفيات الناتجة عن الالتهاب او الخمج.

الاهمية الطبية العدلية للصملى الموتى:

- (1) علامة تأكيدية للموت. (علامة اكيدة لحلول الموت الخلوي في العضلات الجسمية)
- (2) يساعد في تحديد الزمن المنقضي على حدوث الوفاة من خلال ملاحظة مدى انتشاره في الجثة .

3) يعطي فكرة عن وضعية الجثة عند الوفاة اذ تحافظ الجثة على وضعيتها لحين زوال الصملى الموتى.

المشاهدات التى تشابه الصملى الموتى:

1) التشنج الموتى او الاشتداد العنفي او الاصملى الحيوى (cadaveric spasm):

وهو تقلص عضلى شديد ومستديم يصيب العضلات الارادية فى الحالات المترافقة بتوتر عضلى - نفسى مفاجئ اثناء الحياة وباللحظات التى تسبق الوفاة فتقلص مجموعة عضلات وتبقى متشنجة بعد الموت ولا تمر بمرحلة الارتخاء العضلى الاولى وانما تبقى محافظة على وضعها لحين حصول الصملى الموتى. ومن الامثلة عنها :

- مشاهدة السلاح الناري وقد تم مسكه بيد المنتحر بقوة يكاد يستحيل انتزاعه منها.
- يمسك ضحايا الغرق بقوة بالاعشاب والحشائش والاثربة من الوسط المائى اثناء كفاحهم للنجاة (وهو من العلامات الخارجية التاكيدية للغرق).
- مشاهدة يد الضحية ممسكة ببعض الشعر او الازرار او قطعة قماش من ملابس الجاني اثناء الشجار ومحاولة المقاومة دفاعاً عن النفس
- نادراً ما يشاهد التشنج الموتى فى جميع عضلات الجسم الارادية الا فى حالات الفرع المرافق للوفيات الناتجة عن الفعل العنفي او شظايا المتفجرات.

2) التيبس الحرارى او تجلط الزلال العضلى (heat stiffening):

ويحدث عندما يتعرض الجسم الى درجات حرارة مرتفعة تزيد عن (65 درجة مئوية) مما يؤدي الى تجلط (تخثر coagulation) بروتين العضلة فتتصلب العضلة وتقتصر اليافها وخصوصاً عضلات الاطراف العليا لذا تبدو الجثة بوضعية مشابهة للمصارع او الملائم المتأهب للنزال. ويسهل تفريق التيبس الحرارى عن الصملى من خلال ظروف الحادث والمشاهدات التشريحية الاخرى للحروق.

3) التيبس بالبرودة او الانجماد (cold stiffening):

والذى يحدث عند تعرض الجثة الى درجات حرارة منخفضة جداً "تصل الى الصفر المئوى كما هو الحال عند وضعها فى ثلاجة حفظ الموتى ولفترة طويلة نسبياً"، لذا تبدو الجثة متصلبة ويسهل تحريكها كقطعة واحدة نتيجة لتصلب الانسجة الدهنية تحت الجلد وانجماد السوائل النسيجية وفى المفاصل التى يصعب ثنيها ، لهذا يمكن تمييز التيبس بالبرودة من خلال درجة الحرارة التى تصل للصفر المئوى واذا ما تركت الجثة فى الاجواء الاعتيادية فانها ستصبح رخوة لفترة زمنية يتبعها حلول الصملى الموتى.

3.التفسخ:

يعتبر المرحلة الاخيرة من التغيرات الرمية التي تمر بها الجثة وفيه تتحول انسجة الجثة من الحالة العضوية المعقدة الى عناصرها اللاعضوية البسيطة كالغازات والسوائل والاملاح ، فتنبعث الغازات للجو وتبخر السوائل وتمتص الى التربة ولايتبقى من الجثة سوى العظام. ويتضمن التفسخ عمليتين رئيسيتين متعاقبتين هما:

1. التحلل الذاتي autolysis: ويتم التحلل الذاتي للانسجة بفعل الخمائر (الانزيمات) وتمائمها الموجودة داخل الخلايا الجسمية المختلفة دون ان يكون للبكتيريا اي دور يذكر . كما هو الحال عند التحلل الذاتي للجنين الميت داخل رحم امه (العطن او التعطن) او تحلل الانسجة العميقة للنماذج النسيجية المحفوظة بالفورمالين عند عدم وصول المادة الحافظة اليها.
 2. التحلل الناتج عن الفعل البكتيري (البكتيريا الهوائية واللاهوائية): والموجودة في داخل الجسم وفي محيط الجثة ، واهمها *Claustridae welchii , proteus* والقادرة على انتاج الخميرة محللة للستين *lecithinase* فتتحطم جدران كريات الدم الحمراء محررة الهيموغلوبين وتنبعث غازات التفسخ نتيجة لعملية التخمر البكتيري واهمها كبريتيد الهيدروجين H_2S ، الميثان ، الامونيا، الهيدروجين وغاز ثاني اوكسيد الكربون.
- كما وتعمل الحشرات والديدان والحيوانات الموجودة في الوسط المحيط على تعجيل التفسخ والتخلص من بقايا الجثة.

ادوار التفسخ:

يقسم التفسخ الى ثلاثة ادوار متعاقبة ومتداخلة حسب المظاهر والمشاهدات الخارجية على الجثة:

1. الدور الابتدائي:

يبدأ بعد يوم واحد في الصيف ويومين في الشتاء وابتكر من ذلك في الاجواء الحارة، وتظهر خلاله اولى علامات التفسخ المتمثلة باخضرار المنطقة السفلية اليمنى للبطن (منطقة الزائدة الدودية) نظرا" لوفرة الرطوبة اللازمة لتكاثر البكتيريا التي تحلل جدران خلايا الدم الحمراء محررة الهيموغلوبين فيتحد الحديد مع غاز كبريتيد الهيدروجين الناتج عن عملية التخمر ليشكل كبريتيد الحديد الاخضر اللون . ولايلبث هذا الاخضرار ان ينتشر تدريجيا" لبقية اجزاء البطن وجدران الاوردة المنتفخة بفعل الغازات مكونا" ما يعرف بشجرة التفسخ (شجرة التعفن – التشجر) في البطن والصدر والفخذين.

2. الدور المتوسط:

والذي يبدأ بعد 3 أيام في الصيف واسبوع واحد في الشتاء ، ويمتاز هذا الدور بظهور فقاعات التفسخ وهي فقاعات غير حيوية تغطيها طبقة رقيقة من البشرة وتحوي في داخلها على الهواء مع كمية من سائل بني محمر عكر كريبه الرائحة تنفجر اما تلقائيا" اولادنى احتكاك فتظهر قاعدتها بنية محمرة براقية. كما

وينضح زبد **التفسخ** والذي يكون عبارة عن حبيبات كبيرة الحجم كريهة الرائحة مدماة تشاهد حول فتحتي الانف والفم خلافاً للزبد الرغوي المشاهد في حالات الغرق الذي يتكون من حبيبات صغيرة الحجم ناصعة البياض عديمة الرائحة . ونتيجة لعملية التخمر البكتيري تزداد كمية الغازات **التفسخية** فتنتفخ الاجفان مع جحوظ العينين واندلاع اللسان وينتفخ الوجه والبطن وكيس الصفن مع امتعاض القضيب ويخرج المستقيم من فتحة الشرج والرحم من المهبل بل وقد يلفض الرحم الحامل لمحتوياته.

3. **الدور النهائي** : ويبدأ بعد اسبوع واحد في الصيف واسبوعين في الشتاء ، وفيه تشاهد الانسلاخات الجلدية الغير الحيوية خصوصا" جلد القدمين واليدين اذ يمكن انتزاعه بهيئة قفازين (يشاهد في الغرق والحروق) كما يسهل قلع الاظافر والشعر من الجثة مع ازدياد عمق لون البشرة .

اما الاعضاء الداخلية فتتحول طيلة هذه المدة من هيئتها الصلبة القوام الى شبة صلبة (عجينية القوام ذات لون بني محمر كريهة الرائحة) ثم تتحول الى كتلة شبة سائلة غير محددة المعالم ثم الى الحالة السائلة .
واول الاعضاء تأثراً بالتفسخ هو الدم ثم البنكرياس والامعاء والقصبة الهوائية والدماغ واخرها البروستات في الذكور والرحم في الاناث ويسرع التفسخ بالرحم الحامل لوفرة الدم والسوائل الجسمية مقارنة بالرحم الغير الحامل.

واخيراً" تتلاشى الغازات وتتبخر السوائل كما تمتص مع الاملاح الى التربة وتضمحل الانسجة الرخوة فلا يبقى سوى العظام بعد مرور ستة اشهر وعندها تكون العظام **ثقيلة الوزن ، صفراء اللون ، دهنية الملمس ، كريهة الرائحة ومرتبطة عند المفاصل** وبعد مرور عام تصبح العظام خفيفة الوزن ، **بيضاء اللون ، طباشيرية الملمس ، عديمة الرائحة ولا ترتبط ببعضها عند المفاصل**. وقد تبقى العظام لمدة طويلة اعتماداً على نوع التربة وما تحتويه من محاليل واملاح.

العوامل المؤثرة على التفسخ:

- 1) **درجة الحرارة** : تتراوح افضل درجة حرارة لحصول التفسخ بين (21-38) درجة مئوية ويتعذر حصوله في درجات الحرارة التي تزيد عن (48) وتقل عن (10) درجات مئوية.
- 2) **الهواء ضروري لنمو وتكاثر البكتريا الهوائية** : لذا يتأخر التفسخ في حالات الغرق لقلة الاوكسجين وانخفاض درجات الحرارة ويبطئ التفسخ كلما ازداد العمق الذي تدفن فيه الجثة لقلة البكتريا الهوائية .
- 3) **الرطوبة**: يسرع التفسخ في حالات الاصابة باستسقاء البطن ويبطئ في حالات الجفاف ولدى كبار السن لقلة السوائل الجسمية.

4) **عمر الشخص**: حيث يبطئ التفسخ لدى حديثي الولادة والرضع لقلة البكتريا في الامعاء.

5) **سبب الوفاة**: تزداد سرعة التفسخ لدى الوفيات الناتجة عن الانتان الدموي septicemia والحمج infection نظراً لوفرة البكتيريا وارتفاع درجة الحرارة قبل الوفاة كذلك في حالات الاصابة باستسقاء

البطن لوفرة الرطوبة اللازمة لنمو البكتيريا وتكاثرها وفي حالات التسمم بالأتروبين والكحول بسبب ارتفاع درجة حرارة الجسم بينما يبطن في حالات الإصابة بالجفاف والتسمم بالرصاص والزرنيخ والزنابق (المعادن الثقيلة) (لماذا؟).

الاهمية الطبية العدلية للتفسخ:

- (1) علامة تأكيدية متأخرة للموت.
 - (2) اعطاء فكرة عن الزمن المنقضي على الوفاة.
 - (3) ان حدوث التفسخ يؤدي الى تغيير معالم الضحية فيصعب التعرف عليه.
 - (4) التفسخ يخفي معالم الاضرار الخارجية والافات المرضية والاضرار في الاعضاء الجسمية مما يجعل تحديد سبب الوفاة امرًا "عسيرًا".
- وبناءً على ما تقدم اصبح واجبا" على الطبيب اجراء التشريح الاصولي دون تأخير او تأجيل .

تعيين سبب الوفاة في الجثث المتفسخة:

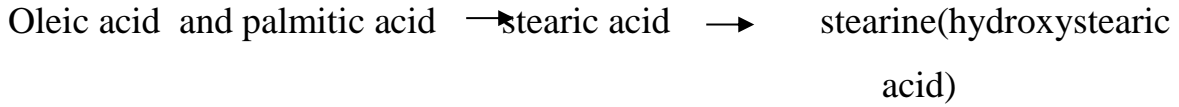
1. فحص الملابس لغرض تحديد اماكن التمزقات الناتجة عن اصابات الجروح المختلفة ومداخل ومخارج الاطلاقات النارية الخ
2. اجراء الفحص الشعاعي لتحديد وجود الكسور في العظام والمقذوفات النارية والشظايا المعدنية .
3. ارسال نماذج من بقايا الاحشاء والعظام والشعر والاطافر للفحص النسيجي وللتحري عن السموم خصوصا" المعادن الثقيلة التي تقاوم التفسخ وترسب في العظام والشعر والاطافر.

التشمع الشحمي (التصبين) **Adipocere formation**: وهو احد التغيرات الرمية (الموتية) التي

تحدث في ظروف خاصة. ويقصد به تصلب شحوم الجثة نتيجة لتحول الشحوم الغير المشبعة (سائلة وشبه سائلة) الى الشحوم المشبعة (صلبة القوام) باضافة الهيدروجين اليها بعملية الهدرجة والتحلل المائي وبمساعدة بعض الاحياء المجهرية مثل *Claustridae Welchii* . وهذا مشابه لعملية صنع الصابون لذا سميت (التصبين).

وكان يعتقد سابقا" بان الشحوم الغير المشبعة وهي في حالة سائلة تتحول من املاح الصوديوم الى املاح المغنيسيوم والكالسيوم وهذا المفهوم خاطئ نظرا" لحدوث التشمع الشحمي في الجثث الملقاة في الماء المقطر بل يتحول الحامض الزيتي oleic acid والنخيلي palmitic acid –السائلة القوام-الى الحامض

الدهني (استياري) stearic acid -شبه سائل- ثم الى الستيارين stearine - صلب القوام- بعملية الهدرجة بالشكل التالي:



ويتوقف حدوث التشمع الشحمي (التصبن) على توفر ظروف خاصة وملائمة تتمثل بما يلي:

1. وفرة النسيج الشحمي في الجثة لذا يشاهد في الاناث اكثر من الذكور وفي الثديين والاليتين والوجنتين اكثر من بقية اجزاء الجثة.
 2. وجود الهيدروجين والماء واللذان يكون مصدرهما اما الرطوبة المرتفعة في الجو او الوسط المائي او توفر كمية كافية من السوائل الجسمية.
 3. درجة الحرارة الملائمة لنشاط ونمو وتكاثر الجراثيم اللازمة لاتمام عملية الهدرجة لذا فان انخفاض درجات الحرارة يعيق تكون التشمع الشحمي في الجثة.
 4. انعدام التيارات الهوائية والمائية السريعة في الوسط الذي تلقى فيه الجثة ؛ لان كلاهما يسبب انخفاضاً في درجة الحرارة اللازمة لنمو البكتيريا ويساهم الهواء بفقدان سوائل الجثة بالتبخير بينما يزيل التيار المائي الاملاح اللازمة لاكمال عملية الهدرجة.
- لذا يغلب مشاهدة التشمع الشحمي في حالات الغرق والجثث الملقاة في مياه البرك والمستنقعات والمدفونة في التربة الصلصالية او الطينية.

❖ وبصورة عامة عند توفر الظروف الملائمة ؛

- يبدأ التشمع بالظهور بشكل واضح في 20% من شحوم الجثة بعد مرور 4 أسابيع.
- وفي 70% من شحومها بعد مرور 12 اسبوعاً.
- ليكتمل في جميع اجزائها بعد 6 أشهر وقد تصل هذه المدة الى سنة واحدة.

❖ في احدى الوقائع اكتمل التشمع في جثة طفلة بعد 45 يوماً من الوفاة.

وتكون الجثة المتشمعة ذات قوام صلب وبلون ابيض مصفر مائل الى الرمادي شمعية الملمس وذات رائحة كريهة مميزة وتحافظ على معالمها الخارجية نتيجة لحلول التشمع في النسيج الشحمي تحت الجلد وكذلك تحافظ على معالمها الداخلية نظراً لحلول التشمع في الاعضاء الداخلية كالكبد والثرب والمساريق والدماغ وجدران الشرايين الاكليلية للقلب والتجمعات الدموية المختلفة.

3.التحنط (mummification): من التغيرات الرمية التي تتطلب ظروفًا خاصة لحدوثها وهو على

نوعان:

1.التحنط الاصطناعي

2. التحنط الطبيعي.

1. **التحنط الاصطناعي** : ويقصد به معالجة الميت وحشو جثته بالحنوط التي يدخل الفورمالين فيها كمادة

اساس مع الكحول والمواد الحافظة الاخرى لكي لايدركها التفسخ كالذي فعله الفراعنة.

2. **التحنط الطبيعي**: يقصد به جفاف سوائل الانسجة الجسمية المختلفة للجثة وتغير لونها عند تعرضها

لظروف خاصة تمنع حصول التفسخ حيث تبدو الجثة برقع وزنها ويصبح الجلد جافًا وداكن اللون

ومجعد ويلتصق بقوة بالعظام مع جفاف الاعضاء الداخلية لذا تحتفظ الجثة بمعالمها الخارجية والداخلية

لفترات طويلة. ويتطلب حصول التحنط ظروفًا خاصة تتمثل بما يلي:

1. ارتفاع درجات الحرارة او وجود تيارات هوائية ساخنة تساعد في تبخر سوائل الجثة.

2. انعدام الرطوبة النسبية وجفاف الاجواء.

3. فقدان الجسم لسوائله قبل الموت ، كالاصابة بالتقيؤ والاسهال الشديدين او التعرق والاجهاد العضلي

والعطش الشديد.

4. انعدام الحياة الحشرية والجرثومية والحيوانية في محيط الجثة.

5. الوسط الرملي او القشي او وجود الاغطية والملابس التي تساعد على امتصاص سوائل الجثة.

• لذا يغلب مشاهدة التحنط لدى الجثث الملقاة في الصحراء وعند الاحتباس بالمداخن والاماكن الحارة الجافة.

• وعند توفر الظروف الملائمة يتطلب اكمال التحنط مدة تتراوح بين (3 أسابيع -3 أشهر).

الاهمية الطبية العدلية للتشمع والتحنط:

1. يعتبر من العلامات التأكيدية للموت.

2. اعطاء فكرة عن الزمن المنقضي على الوفاة.

3. يساعد في تحديد هوية الضحايا نظرا " لاحتفاظ الجثة بمعالمها الخارجية العامة والعلامات الفارقة لها.

4. يساعد في تحديد سبب الوفاة نظرا " لبقاء الاضرار الخارجية واضحة كالجروح واصابات الطلق

الناري والاضرار الداخلية من تمزقات نسيجية ونزوف دموية وكذلك الافات المرضية في الاعضاء الجسمية المختلفة.

5. يعطي فكرة عن الوسط الذي عثر فيه على الجثة.(التشمع : جو دافئ رطب وتربة طينية / التحنط :

جو حار جاف وتربة رملية)

كيفية تحديد زمن الوفاة" (مهم):

يعتبر تحديد الزمن المنقضي على الوفاة احد اهم واجبات الاطباء بصورة عامة والاطباء العدليين بصورة خاصة وتكمن اهميته في اثبات براءة او ادانة المتهم بارتكاب الجريمة المناسبة اليه. ويستعين الطبيب بالتغيرات الموتية الفيزيائية ، الكيميائية والنسجية التي تمر بها الجثة بعد الوفاة ، وبالشكل التالي:-

1. استمرار استجابة عضلات الجثة للتحفيز بالتيار الكهربائي خلال (1-3) ساعات بعد الوفاة.
2. تعادل درجة حرارة باطن الجثة مع درجة حرارة المحيط: حيث لا تتغير درجة حرارة باطن الجثة خلال (2-3) ساعات بعد الوفاة ، ثم تنخفض بمعدل (1-1.5 درجة/ساعة) في الساعات الـ (6-9) التي تليها ، وبعد حوالي (12) ساعة تكون درجة حرارة باطن الجثة مقاربا" لدرجة حرارة المحيط وبصورة عامة يتطلب (20-40) ساعة بعد الوفاة لتتعدل درجة حرارة باطن الجثة مع درجة حرارة المحيط اعتمادا" على بنية الشخص.
3. مقدار وضوح وثبات بقع الدم الانحدارية في موضعها: حيث تبدأ بقع الدم الانحدارية بالتكون مباشرة بعد الوفاة لكنها تظهر بشكل بقع صغيرة متعددة في الاجزاء المنخفضة من الجثة في نهاية الساعة الاولى (ثلث- نصف ساعة) بعد الموت ، والتي تزداد بالحجم وتتقارب لتتحد مشكلة بقعة كبيرة بعد مرور (5-6 ساعات) والتي تحتاج الى (5-6 ساعات) اخرى دون تغيير وضعية الجثة لكي تثبت في مواضعها وبعدها لا يتغير موضع بقع الدم مهما تغيرت وضعية الجثة.
4. مراحل ظهور وزوال الصملموتى: يبدأ الصملموتى بالظهور بعد (1-3) ساعات ويكتمل في جميع اجزاء الجثة بعد (12) ساعة ، ليبقى في الجثة لمدة (12) ساعة اخرى ثم يبدأ بالزوال بعد (24-36) ساعة.
5. ادوار التفسخ: اذ يبدأ الدور الابتدائي بعد يوم واحد في الصيف ويومين خلال الشتاء والدور المتوسط بعد مرور ثلاثة ايام في الصيف واسبوع واحد في الشتاء بينما يبدأ الدور النهائي بعد اسبوع واحد في الصيف واسبوعين في الشتاء.

6. **فحص العظام** : بعد مرور ستة اشهر من الوفاة تكون العظام ثقيلة الوزن ، صفراء اللون ، دهنية الملمس ، كريهة الرائحة ومرتبطة عند المفاصل وبعد مرور عام تصبح العظام خفيفة الوزن ، بيضاء اللون ، طباشيرية الملمس ، عديمة الرائحة ولا ترتبط ببعضها عند المفاصل.

7. **التشمع الشحمي** : يظهر في 20% من شحوم الجثة بعد مرور (اربعة أسابيع) وفي 70% من شحوم الجثة بعد مرور (12 اسبوعا") ليكتمل في جميع اجزاء الجثة بعد مدة (6 أشهر) والتي قد تمتد الى سنة واحدة.

8. **التحنط** : عند توفر الظروف البيئية الملائمة والوسط المناسب يتطلب اكتمال التحنط مدة تتراوح بين (3 أسابيع -3 أشهر).

9. **تكاثر الحشرات على الجثة** : تتكاثر الحشرات على الجثة بعد الوفاة اذ تضع الاناث بيوضها عند الفتحات الطبيعية للجسم كالانف والفم والاذن والشرج والمهبل ومداخل ومخارج الاطلاقات النارية ومختلف الجروح والاصابات الجسمية فتفقس البيوض الى يرقات بعد يوم واحد ثم تصبح ديدان بعد (4-6) ايام فتتحول الديدان الى حشرات بالغة خلال اسبوع - اسبوعين . وقد تضع الحشرات بيوضها باعداد كبيرة جدا" فتبدو الجثة كأنها مغطاة بنشارة الخشب.

10. **فحص المعدة** : يشترط معرفة نوعية وكمية وموعد اخر وجبة تناولها الشخص قبل الوفاة عند فحص المعدة لمعرفة زمن الوفاة. وبصورة عامة تفرغ المعدة محتوياتها بعد مرور ثلاث ساعات . علما ان الوجبات التي تحوي على سكريات يتم هضمها وتفرغها من المعدة اسرع من الوجبات التي تحوي على البروتينات والتي تكون اسرع من الوجبات الغنية بالدهون.

11. **التغيرات الكيمياوية في الدم :**

- ❖ يقل تركيز الكلورايد بعد الوفاة
- ❖ بينما يزداد تركيز البوتاسيوم وحامض اللبن خلال (15 ساعة) بعد الوفاة
- ❖ ويزداد تركيز سكر الكلوكوز ليصل الى (300ملغم/سم³) خلال (24 ساعة) بعد الوفاة
- ❖ يزداد تركيز اليوريا في الدم ليصل الى(155ملغم/سم³) خلال (48 ساعة) بعد الوفاة.
- ❖ اخذين بنظرا لاعتبار ان مستوى السكر واليوريا يكون مرتفعا" اثناء الحياة لدى الاشخاص المصابين بداء السكري وعجز الكلى على التوالي.

❖ يرتفع تركيز الخمائر المختلفة (الانزيمات) كخمائر الكبد والبنكرياس (, SGOT, SGPT)
(LacticDeHydrogenase , Amylase)

12. التغيرات الكيميائية في السائل النخاعي الشوكي (C.S.F.) والسائل الزجاجي للعين (vitreous humour). والتي تعد اكثر ثباتا" من التغيرات المشاهدة في الدم.

بمحمد عبد المحسن جابر