الاضطرابات البيئية (العوامل الفيزيائية)

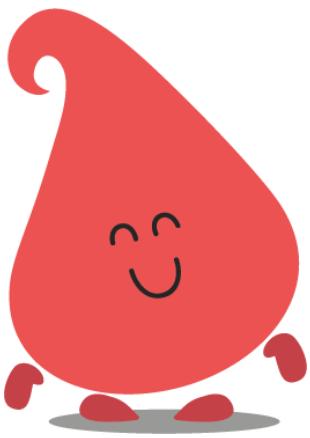
د. ياسر السيد علي

السلام عليكم *_*

نعود معكم أصدقائي بالمحاضرة الأخيرة من قسم الدكتور ياسر السيد علي، والتي سنكمل فيها الحديث عن الاضطرابات البيئية ولكن بعواملها الفيزيائية، آملين أن نُوفَّق في إيصال المعلومة الدقيقة إلى قلوبكم قبل عقولكم ^_^

فهرس المحتويات

العنوان	الصفحة
مقدمة	2
الأذية الحرارية	2
الأذيات الناجمة عن تبدل الضغط	6
الأشعة المؤينة	9
الأشعة غير المؤينة	14
عوامل فيزيائية أخرى	19
Overview	20



alkamal
22330205

مقدمة Introduction

- **الاضطرابات البيئية:** هي الاضطرابات الصحيّة الناجمة عن العوامل والمؤثرات **الخارجية**، سواءً كانت **طبيعيّة** أو **صنعيّة** (باستثناء العوامل الحيوية).
- **عواملها:** تقسم هذه العوامل بشكل مبسط إلى:
  1. عوامل **كيميائية** Chemical Agents (درسناها في محاضرةٍ سابقة).
  2. عوامل **فيزيائية** Physical Agents، أهمها:
     - الأذية الحرارية[1] Thermal Injury.
     - تبدل الضغط Compression Alteration.
     - الارتفاع Altitude.
     - الأشعة المؤينة Ionizing Rays.
     - الأشعة غير المؤينة Non-ionizing Rays.
     - عوامل أخرى: الليزر، الأمواج فوق الصوتية، الضجيج.

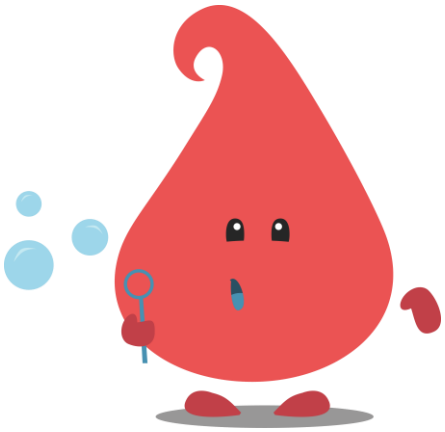
الأذية الحرارية Thermal Injury

تُقسَم إلى: 1. أذية ارتفاع الحرارة. 2. أذية انخفاض الحرارة.

أذية ارتفاع الحرارة

أهم أشكالها المرضيّة:

- ضربة الحرارة Heat Stroke.
- الحروق الجلدية Skin Burns.
- الحروق الاستنشاقية Inhalation Burns.



[1] فالجسم البشري تناسبه حرارة معينة (36-36.5 درجة مئوية) فأي ارتفاع أو انخفاض في درجة الحرارة يؤدي إلى اضطراب مرضي.

ضربة الحرارة Heat Stroke

- **تنجم عن:** ارتفاع درجة حرارة الجسم **الداخلية** لأكثر من 40 درجة مئوية بسبب:
  - التعرّض لحرارة خارجية مرتفعة أو ممارسة تمارين مجهدة.
  - وجود عوامل مؤهّبة لفشل آليات تبديد الحرارة مثل: فشل التعرق، الرطوبة العالية والتجفاف، وهي شائعة في البلدان الحارّة إقليمياً.
- **نتائجها:** توسع وعائي محيطي ← ازدياد جريان الدم في الأوعية المحيطية ← نقص حجم الدم المركزي ← نقص الأكسجة الدماغية[2].
- **تظاهراتها السريرية:** صداع، تسرع قلب ونبض وتنفس، فقد وعي، صدمة، ووفاة (تختلف حسب شدة الحالة).
- **العلاج:** التبريد بأي طريقة ممكنة، وتعويض السوائل مع الشوارد وخاصة الصوديوم.

الحروق الجلدية Skin Burns

- **تنجم عن:** التعرّض **الموضعي** لحرارة مباشرة وشديدة.
- **نتائجها:** التهاب وزيادة نفوذية الأوعية الدموية، ضياع السوائل والشوارد والبروتينات.
- **مضاعفاتها:** قرحات الشدة[3] (كقرحات كيرلنغ المعدية Curling's)، إنتان ثانوي ويعدّ الأخطر لأنه يؤدي إلى صدمة.
- **تُقسَم** بدورها إلى:

الحروق جزئية السماكة Partial Thickness Burns:

- **امتداد الإصابة:** تشمل إصابة البشرة Epidermis فقط (درجة أولى كالحروق الشمسية)، أو البشرة مع الأدمة السطحية Dermis (درجة ثانية)[4].
- **الألم: مؤلمة بشدة** بسبب عدم إصابة النهايات العصبية.

[2] يكون ذلك عند ارتفاع الحرارة المديد.

[3] انظر للإثراء في الصفحة التالية.

[4] تذكرة: البشرة Epidermis تشمل الظهارة السطحية المطبقة المتقرنة، أما الأدمة Dermis تشمل الأدمة السطحية والتي تدعى أيضاً الأدمة الحليمية وتكون عبارة عن نسيج ضام رخو والأدمة العميقة والتي تكون عبارة عن نسيج ضام كثيف غير مرتب تحوي الملحقات الجلدية (شعر، غدد..).

- **المظهر:** تبدو بلون أحمر وردي و**رطبة** مع حويصلات[5] تحدث بسبب نزّ السوائل.
- **الملحقات الجلدية:** بما أنّ الإصابة سطحية نوعاً ما **فلا** تُصاب الملحقات الجلدية التي تحتوي على خلايا كامنة متعددة القدرات (خلايا جذعية) تساهم في إعادة ترميم الجلد، وبالتالي تبقى القدرة الترميمية للجلد مصانة و**لا حاجة للترقيع الجلدي** (عملية تجميل الجلد).

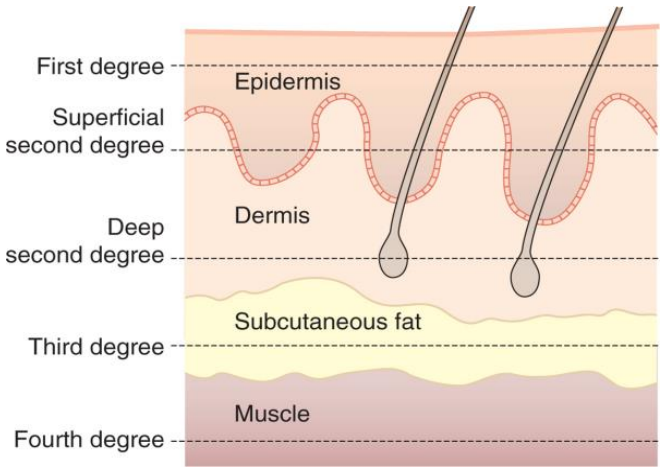
يجب عدم فتح هذه الحويصلات تجنباً لحدوث التهاب، وترك هذه المهمة للطبيب.

الحروق كاملة السماكة Full-Thickness Burns (الأخطر):

- **امتداد الإصابة:** تشمل كامل طبقات الجلد (درجة ثالثة)، وممكن أن تتجاوز طبقات الجلد وتصل إلى الأنسجة الأعمق كالعضلات أو العظام (درجة رابعة).
- **الألم:** **غير مؤلمة** بسبب تخرب النهايات العصبية.
- **المظهر:** تبدو بلون أحمر غامق و**جافّة**.
- **الملحقات الجلدية:** تتخرّب وبالتالي **تحتاج إلى ترقيع جلدي**.

قرحات الشدة (للاطلاع):

- قرحات سببها عصبي (نتيجة الألم الشديد والاضطرابات)، تصيب كلاً من المعدة والعفج، وتختلف تسميتها نسبةً للشدّة المرافقة، فالقرحات المرافقة لإصابات الرأس الشديدة تدعى بكوشنغ بينما المرافقة للحروق تدعى بكيرلينغ.
- لا علاقة لقرحات كيرلينغ بمكان الحرق، لكنها قد تُحدث مضاعفات خطيرة كالنزوف.



صورة توضح درجات الحروق والبنى المصابة في كل درجة

[5] أو نفطَة Blister: وهي عبارة عن فقاعة تتشكل من تجمع الماء بين طبقتي البشرة Epidermis والأدمة Dermis بعد تعرض الجلد لاحتكاك مستمر، مواد كيميائية، برودة أو حرارة (حروق)، تهدف لتشكيل وسادة تحمي الأنسجة تحتها من التعرض لمزيدٍ من الضرر وتسمح لها بالشفاء.

الحروق الاستنشاقية Inhalation Burns

- **تنجم عن:** استنشاق الدخان والأبخرة الساخنة وذلك في مثل حرائق البيوت والمصانع.
- قد تمتد الإصابة من الأجواف الفموية والأنفيّة حتى الرئتين، وتعتبر أخطر من الحروق الجلدية.
- **معدل النجاة Survival Rate:** يعتمد على شدة الإصابة وسرعة المعالجة.
- **المضاعفات:**
  - وذمة رئوية شديدة.
  - انسداد الطرق التنفسية (اختناق، انخماص رئوي).
  - إنتان ثانوي (ذات قصبات ورئة Bronchopneumonia).
  - متلازمة الكرب التنفسي الحادّ ARSD Acute Respiratory Distress Syndrome:
    يحدث فيها صعوبة انفتاح وانغلاق الأسناخ التنفسية وبالتالي عدم القدرة على التنفس.

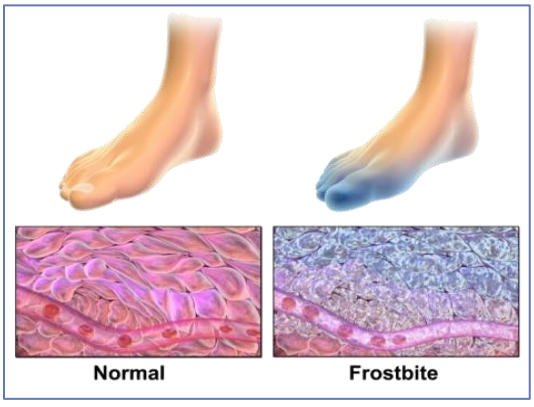
أذية انخفاض الحرارة

أهم أشكالها المرضية: عضة البرد والتبرّد.

عضة البرد Frostbite

- **تنجم عن:** برودة موضعية شديدة، خاصةً في الأعضاء الطرفية كصيوان الأذن وأصابع القدم.
- يترافق ذلك مع وجود عوامل مساعدة أخرى أهمها نقص التروية الدمويّة والتي قد تكون بسبب داء السكري، داء رينو، أحذية ضيقة...
- **نتائجها:** تشنّج وعائي شديد مستمر وبالتالي انقطاع الدم عن العضو، ومع استمرار التعرض للبرد لفترة طويلة ووجود عوامل أخرى كالإجهاد في الحروب ونقص التغذية تتشكل خثرات وعائية وتقرّحات أو نخر موّاتي (غانغريني) مما يدفع إلى **بتر المنطقة المصابة**.

صورة توضح شكل عضة البرد



التبرّد Hypothermia

❄ **تنجم عن:** انخفاض درجة حرارة الجسم **المركزية** لما دون الطبيعي أي تحت 36 درجة مئوية.

❄ **نتائجها:**

- تؤدي إلى تقبُّض وعائي عام مع شحوب شديد في الجلد، وتشنّجات عضلية[6].
- يتحملها الإنسان حسب حالته الصحية لفترة معينة لذلك تمثل خطراً كبيراً وسبباً للوفاة خاصّةً عند الأطفال والمسنين والمضعفين[7].

الأذيات الناجمة عن تبدل الضغط Compression Alteration

إن الانتقال **السريع** من ضغط مرتفع إلى ضغط منخفض **بالجو** (كصعود المرتفعات) أو **بالماء** (كالصعود من أعماق المياه نحو السطح)، يؤدي إلى تأثيرات مرضية، سنأتي على ذكر أهمها.

الأذيّات الناجمة عن الغوص Diving

تنجم هذه الأذيات عندما يتعرّض الغواص إلى تناقص سريع في الضغط، وسنتناول أشيع هذه الأذيات وهو مرض تناقص الضغط Decompression Sickness.

مرض تناقص الضغط Decompression Sickness

☒ ينجم عن **التناقص السريع والمفاجئ في الضغط**.

☒ حيث أنّه عند نزول الغوّاص في الماء، تنحلّ كميات كبيرة من الغازات (مثل النيتروجين والهيليوم) في سوائل الجسم.

☒ وعند صعوده، تتحرّر تلك الغازات المنحلّة وتخرج مع الزفير.

☒ ولكن إذا كان الصعود سريعاً، فإنّ الغازات المنحلة[8] بالدم (مثل N_2، O_2، CO_2) تتحرّر وتتحوّل إلى فقاعات غازية ضمن الأوعية الدموية فتلعب دور **صمّات غازية** Gas emboli، وتحتاج لفترة لا بأس بها ليتخلص الجسم منها.

---

[6] إثراء: تحدث التقلصات العضلية بهدف زيادة الاستقلاب وبالتالي زيادة إنتاج الحرارة كوسيلة دفاعية من الجسم لمواجهة انخفاض درجة الحرارة.

[7] ذُكر في مقالةٍ بحثية أنّ البالغ يمكن أن يفقد الوعي عندما تصبح درجة حرارته 28C، وقد يصل إلى الموت عند درجة الحرارة 21C، كما أنّ أقل درجة حرارة مسجلة يمكن أن تُبقي الإنسان حيّاً هي 13.2C.

[8] حسب قانون هنري: تنحل الغازات بزيادة الضغط وتتحرر بتناقصه.

☒ تؤدي هذه الصمات إما إلى انسدادات وعائية صغيرة قليلة الأهمية، أو انسدادات وعائية خطيرة.

☒ قد تسبب تلك الانسدادات الوعائية الخطيرة اضطرابات جهازية متعددة مشابهة **لمتلازمة الصمة الشحمية** Fat Embolus Syndrome، مثل:

1) اضطرابات عصبية كالصداع وفرط الاستثارة وآلام المفاصل.
2) اضطرابات تنفسية وقلبية.
3) نزوف.
4) وقد تتطور الحالة نحو الوفاة.

تحدث متلازمة الصمة الشحمية عادةً نتيجة الكسور المفتتة بعد الحوادث، حيث تتحرر الأنسجة الشحمية الموجودة في نقي العظم، وتتسرب إلى الأوعية وتسدّها محدثةً صمّة شحمية.

مرض الغواصين أو الصندوق المغلق[9] Caisson Disease:

- أحد الأشكال الخاصة من **مرض تناقص الضغط**.
- يصيب الغواصين أثناء صعودهم **السريع** من أعماق الماء إلى السطح ولكن نزولهم من السطح إلى العمق لا يؤثر عليهم.

إثراء من مرجع روبنز:

- مايميّز مرض الغوّاصين Caisson Disease أنّ الصمّات الغازيّة المتشكلة تسد الأوعية الدموية في العظام بشكل خاص (ولا سيّما رأس الفخذ، الظنبوب والعضد) مؤديةً إلى بؤر تنخريّة عديدة.

[9] من الأرشيف: الصندوق المغلق هو عبارة عن حجرة في أعماق الأنهار وتستخدم لصيانة أساسات الجسور، فعندما ينتهي العمال من الإصلاح فإنهم يصعدون إلى سطح الماء (ينتقلون من ضغط مرتفع إلى ضغط منخفض) فيعانون من مرض تناقص الضغط، وكذلك الحالة بالنسبة للغواصين.

الأذيات الناجمة عن الارتفاع Altitude

إن الانتقال أو الصعود **السريع** إلى الأماكن المرتفعة فوق 1500 متر، يؤدي إلى أذيات عديدة، ويساهم في ذلك **الهواء البارد والجاف**، سنتناول أهمّ هذه الأذيّات:

سعال الارتفاع High Altitude Cough (HAC):

- حالة **سليمة**، تزول بالنزول لمناطق أقلّ ارتفاعاً.
- يُعتقد أنها تنجم عن الهواء **البارد والجاف**.

مرض الجبل الحاد Acute Mountain Sickness (AMS):

- هو التأثير المرضي للعلوّ الشاهق على البشر.
- ينجم عن حدوث **نقص أكسجة دماغية**، يؤدي إلى درجة **خفيفة** من الوذمة الدماغية[10].
- وهو مرض **سليم** لكنه أخطر من سابقه، محدود السير حيث يُشفى من تلقاء نفسه عادة خلال 1-5 أيام بسبب تأقلم الجسم.
- يتظاهر على شكل أعراض **عصبية** كالصداع والدوار والأرق، وأعراض **هضمية** كالغثيان والإقياء.

وذمة الارتفاع الرئوي[11] High-Altitude Pulmonary Edema (HAPE):

- تنجم عن زيادة النفوذية للأوعية الشعرية الرئوية وبالتالي حدوث وذمة رئوية.
- تؤدي إلى:
  1) عسر تنفس وسعال. 2) تسرع قلبي. 3) زرقة مركزية (الشفتين وتحت اللسان).
- يجب معالجتها بسرعة لتجنب الوفاة، بإعطاء الأوكسجين والنزول بسرعة المنطقة المرتفعة.

وذمة الارتفاع الدماغية High Altitude Cerebral Edema (HACE):

- تحدث في أعقاب مرض الجبل الحاد (AMS) أو وذمة الارتفاع الرئوي (HAPE).
- تترافق مع نقص أكسجة ووذمة دماغية شديدة.
- يجب معالجتها بسرعة لتجنب الوفاة بإعطاء الأوكسجين والنزول بسرعة من المنطقة المرتفعة.

[10] نقص الأوكسجين يؤدي إلى وذمات بسبب التوسع الوعائي.
[11] وذمة الرئة في المرتفعات.

الأشعة المُؤيّنة Ionizing Rays (الإشعاع Radiation)

سُميت بالمُؤينة لقدرة طاقتها العالية على تأيين (تشريد) الجزيئات الحيوية داخل الخلية وخاصة الماء وال DNA إلى شوارد أو جذور حرة، والتي بدورها تؤدي إلى أذية شديدة للخلية الحية، لذلك تعدّ من أخطر العوامل الفيزيائية.

مصادرها:

1) الأشعة التشخيصية والعلاجية (الأشعة السينية X، أشعة غاما، النظائر المشعة).
2) المفاعلات والأسلحة النووية.
3) الأرض (التراب) مثل الرادون والثورون.
4) الأشعة الكونية.

أنواعها:

- أمواج أو أشعة كهرطيسية: مثل أشعة غاما، أشعة X. ← أشعة موجية
- جسيمات مشحونة مثل: أشعة ألفا (نوى الهيليوم الموجبة).
  أشعة بيتا (الكترونية سالبة). ← أشعة جسيمية
- جسيمات غير مشحونة: مثل أشعة نترونية.

نظريات تأثير الإشعاع:

- النظرية المباشرة أو الهدفية Direct: تسبب الأشعة أذية مباشرة للدنا DNA خاصةً أثناء الانقسام الخلوي، مما يؤدي إلى حدوث طفرات أو تثبيط الانقسام أو موت خلوي.
- النظرية غير المباشرة Indirect: تسبب الأشعة تشريد جزيئات الخلية إلى جذور حرة سالبة وموجبة، مما يؤدي إلى أذية شديدة للخلية، مثل: تخريب أنزيمي، وزيادة إجهاد تأكسدي، واضطراب عمل الخلية بشكل كبير.

قياساتها:

- الأشعة المتحررة بالهواء:[12] تقاس بالرونتجن Roentgen.

[12] من الأرشيف: الأشعة المتحررة بالهواء هي الأشعة التي لا يمتصها الجسم فهي غير مؤذية.

- **الأشعة الممتصة من النسج:** تقاس بالغراي Gray والراد RAD، حيث:
  - كل 1 غراي يحرر 1 جول من الطاقة لكل 1 كغ من النسيج.[13]
  - 1 غراي يعادل 100 راد (1 Gy = 100 RAD).
- **الجرعة المكافئة أو التأثير الحيوي للإشعاع:** يتم قياسها بالريم Rem والسيفرت Sievert، حيث:
  - الريم Rem: جرعة الإشعاع التي تولّد تأثيرات حيوية مكافئة لامتصاص 1 راد من الأشعة السينية أو أشعة غاما.
  - السيفرت Sv: جرعة الإشعاع التي تولد تأثيرات حيوية مكافئة لامتصاص 1 غراي من الأشعة السينية أو أشعة غاما.
  - وبالتالي: (1 Sv = 100 Rem).
- **النشاط أو التحلل الإشعاعي:**[14] يقاس مقدار هذا الإشعاع بوحدتي البيكريل Becquerel (Bq) والكوري Curie (Ci) ونصف العمر Half Life، حيث:
  - البيكريل Bq: يساوي تحلل إشعاعي واحد في الثانية ($1Bq = 1\ decay \times S^{-1}$).
  - قيمة كوري واحد تساوي 3.7×10^{10} بيكريل ($1Ci = 3.7 \times 10^{10}\ Bq$).
  - عمر النصف: هو زمن تحلل نصف المادة.

التأثيرات المرضية العامة للإشعاع:

- **التأثير المميت:** إنّ تشعيع كامل الجسم بجرعة **أكثر من 400 راد** يعتبر مميتاً.
- **مرض الإشعاع الحاد:** يُصاب فيه الناس الذين تواجدوا في مناطق انفجار المفاعلات النووية، ويتظاهر بـ: إقياء، إسهال، التهاب جلد، إنتانات، نقص المناعة، وفقر دم.
- **تأثيرات متأخرة:** والتي تظهر بعد فترات كمون متفاوتة (وسطياً 5-15 سنة)، وأهم هذه التأثيرات هي **الأورام** خاصة اللمفاوية والدموية، **والتشوهات الجنينية** (عند تعرض المرأة الحامل لهذه الإشعاعات).
- **التأثير غير الممرض:** وذلك عند التعرض لإشعاع بحدود 10-50 Rad.

[13] الغراي هو امتصاص 1 جول من طاقة الأشعة لكل 1 كغ من النسيج، هذا يعني انه عند امتصاص 1 جول من طاقة الإشعاع بواسطة 1 كغ من المادة تكون الطاقة الممتصة 1 غراي.

[14] النشاط أو التحلل الإشعاعي هو الإشعاع الصادر من المادة بشكل مستمر.

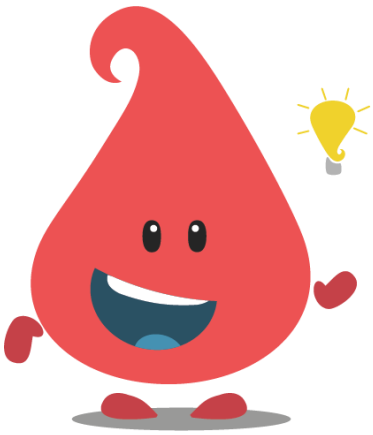
العوامل المؤثرة بالتأثير الإشعاعي:

تؤثر عدة عوامل بطبيعة تأثير الأشعة على الجسم، ونذكر منها:

1. **ثقل الأشعة:** كلما ازداد ثقل الأشعة أصبحت أكثر خطراً وتأثيراً، فالأشعة الكهرطيسية أقل خطراً من الأشعة الجسيمية، والأشعة الجسيمية الأثقل (مثل الأشعة ألفا) أخطر من الأشعة الجسيمية الأخف (مثل الأشعة بيتا).
2. **النقل الخطي للطاقة LET:** أي كمية الطاقة المتحررة من الأشعة أثناء النفوذ بواحدة المسافة، ويزداد خطر الأشعة طرداً مع زيادة النقل الخطي لطاقتها، فكلما كانت الأشعة أكثر نفوذاً (أي تنفذ لمسافة أكبر) كان النقل الخطي لطاقتها أقل وتأثيرها أقل (مثل أشعة غاما[15]).
3. **معدل الإطلاق:** يزداد التأثير الإشعاعي طرداً مع تواتر مرات التعرض، فالتعرض لنفس الكمية بفواصل قصيرة أخطر مما لو كان بفواصل طويلة.

معدل الإطلاق مهم في المعالجة الشعاعية لمرضى السرطان، حيث تهمنا المسافة بين الجرعة والأخرى، وذلك لتحديد مدى تأثيرها على المريض.

4. **كمية الأشعة والجرعة:** وخاصة الكمية الممتصة Absorbed Dose.
5. **الحالة الحيوية للخلايا:** يتناسب تأثير الأشعة طرداً مع درجة الأكسجة والتوعية الدموية والانقسام ومحتوى الخلية من الماء، وعكساً مع التمايز الخلوي.
6. **حساسية الخلايا والأنسجة للأشعة:** حيث تختلف حساسية الخلايا للأشعة فنلاحظ ما يلي:
   - عالية الحساسية (النسيج اللمفاوي والهضمي ونقي العظم والخلايا الجنسية).
   - متوسطة الحساسية (النسيج الضام والأوعية والجلد).
   - منخفضة الحساسية (الكبد والغضاريف والعضلات).



[15] من الأرشيف: الطاقة التي تمتلكها الأشعة سوف تتوزع على المسافة المخترَقة، فكلما كان نفوذ الأشعة أكثر كلما كان التوزيع أكثر (أي كمية الطاقة بواحدة المساحة أو الـ LET أقل) وبالتالي الضرر أقل.

ملاحظات هامة حول تأثير الإشعاع:

- الخلايا السرطانية **أكثر** تأثراً بالأشعة من الخلايا الطبيعية، بسبب ارتفاع معدل انقسامها ونقص تمايزها، ولذلك تُعالج السرطانات بالأشعة فلو كانت السرطانات تتأثر بالأشعة بنفس درجة تأثر الخلايا الطبيعية لما تمكنا من استخدام الأشعة في العلاج، لأن الأشعة في هذه الحالة ستدمر الخلايا الطبيعية والسرطانية.
- تأثير الأشعة على الأجنة والأطفال **أشد** منه على الكبار، بسبب كثرة الأنسجة والخلايا غير الناضجة (غير المتمايزة) مع ارتفاع معدلها الانقسامي لدى الأطفال، مما يؤدي إلى زيادة حساسيتها للأشعة.
- يمكن للأشعة المتسربة أو المتحررة من الكوارث النووية أن يصل تأثيرها إلى أبعد الأماكن نتيجة انتقالها بواسطة الهواء والماء والطعام.

مشكلة الرادون RADON:

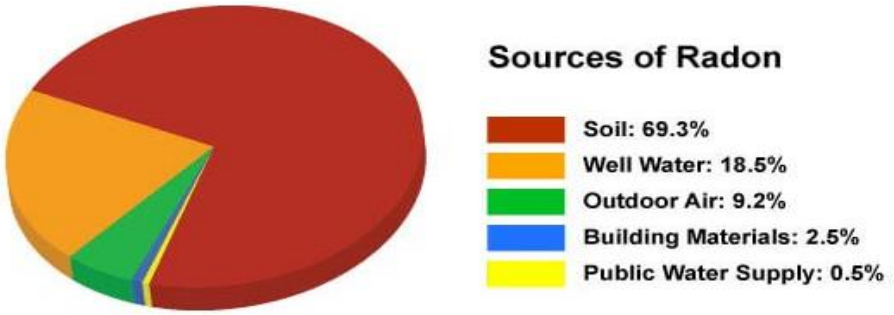
- هي مشكلة عالمية، لكن مازالت الإضاءة عليها محدودة وخاصةً في بلادنا.
- **الرادون Rn:** هو غاز مشعّ عديم اللون والرائحة، ينجم عن التحلل الإشعاعي **للراديوم** التالي لتحلل **اليورانيوم** في الصخور والتربة والأرضية (يورانيوم ← راديوم ← رادون).
- للرادون نظيران مشعّان هما RN222 وRN220.
- يمكن لغاز الرادون المنبعث أن يتسرب إلى البيوت (خاصة البيوت الأرضية) عبر الشقوق في الأرضيات وفتحات التهوية، كما أنه يمكن أن يتحرر من المياه[16] أثناء الاستحمام بالدوش ليحتبس بداخل هذه البيوت، خاصة في حال نقص التهوية، حيث قد يتجاوز تركيزه فيها المستوى الآمن وهو (2 بيكوكوري/لتر L(2pCi))، وقد يصل المستوى الخطر (أكثر من 4 بيكوكوري/لتر)[17]، ويتم قياس تركيزه بواسطة عداد الرادون (يشبه مقياس الحرارة).
- يتميز الرادون بسرعة تحلله، حيث يبلغ نصف عمره 3.8 يوماً بينما يبلغ نصف عمر اليورانيوم 4.6 بليون سنة.

[16] مصدر هذه المياه هو الآبار الأرضية.

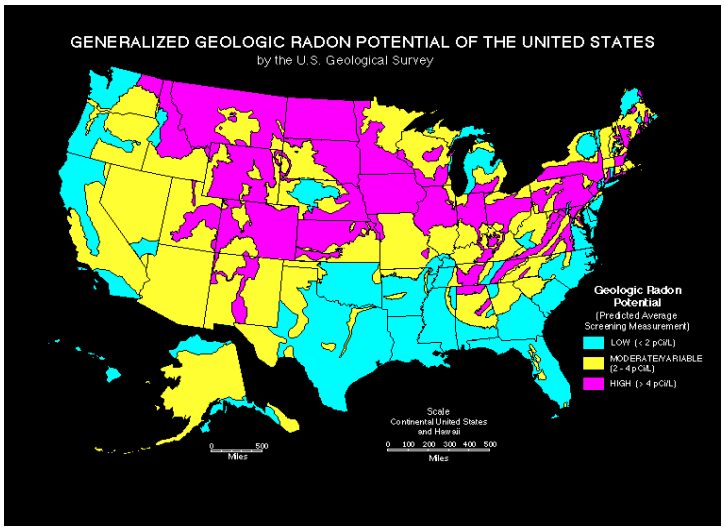
[17] أي إذا كان تركيزه 2-4 بيكوكوري/لتر يكون ضار، لكن الإنسان قادر على تحمله.

- يتحلل غاز الرادون بعد استنشاقه عبر الجهاز التنفسي إلى نواتج صلبة سامة تسمى **بنات الرادون RN-Daughters**، بحيث يترافق ذلك مع انبعاث جسيمات ألفا التي يمكنها أن تحرض حدوث **سرطان الرئة**، حيث يعتبر الرادون المسبب الثاني له بعد التبغ ويعتبر المسبب الأول في بعض الأماكن التي تعرف بانتشار الرداون فيها بشكل كبير.

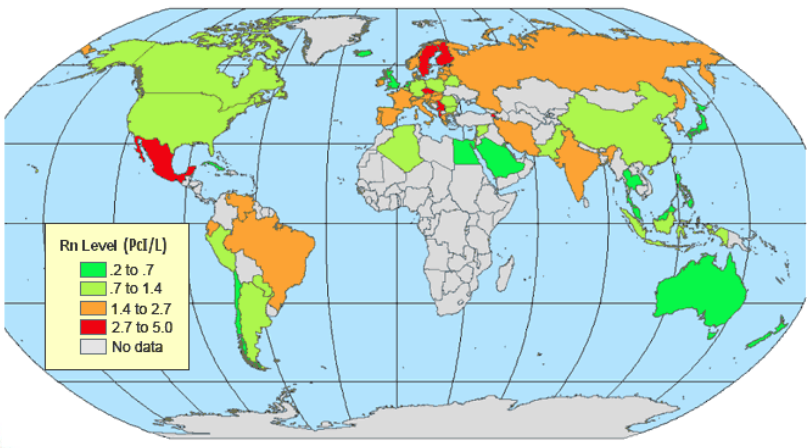
- طرق إنقاص الرادون المنزلي:
  - زيادة التهوية (لكيلا ينحصر الرادون لفترة طويلة).
  - الإغلاق المحكم للفتحات والشقوق في أساسات الأبنية.
  - مداخن الرادون لتخفيف ضغط الرادون تحت الأساسات Sub Slab Depressurization" موضحة بالصورة جانباً.



صورة توضح مصادر الرادون ونسبة كل منها



نموذج لما يسمى "خرائط الرادون". تظهر خريطة توضح التوزع الجغرافي للرادون في الولايات المتحدة الامريكية
يشير اللون الأزرق إلى كميات منخفضة منه، أما اللون البنفسجي يشير إلى مناطق تحوي كميات كبيرة من الرادون، ويؤثر ذلك على توزع السكان (يفضل العودة لملف pdf)



صورة من مؤتمر الأمم المتحدة توضح تراكيز الرادون في العالم، وتظهر الصورة أنّ تركيز الرادون في سوريا هو ضمن الحدود المقبولة وفي المكسيك وأوربا ضمن حدود الخطر

الأشعة غير المؤينة Nonionizing Rays

تعريفها:

- هي مجموعة الأشعة التي تنتمي إلى طيف الأشعة الكهرطيسية Electromagnetic Radiation Spectrum (**عدا أشعة غاما والأشعة السينية X**)، وتختلف فيما بينها بأطوال موجاتها أو ترددداتها، لكن جميعها تتصف بعدم امتلاكها طاقة كافية لتشريد الجزيئات في الخلايا.[18]

مصادرها:

- هي أكثر أشعة يتعرض لها الإنسان، فنحن نعيش في بحر من الأشعة غير المؤينة، وتأتي من:
  - الأشعة الشمسية.
  - الأجهزة المنزلية الكهربائية: التلفاز، الكمبيوتر، وأفران المايكروويف.
  - أجهزة الاتصال اللاسلكية: مثل الخليوي ومحطات الأقمار الصناعية وأجهزة البث الإذاعي والتلفزيوني.
  - الأجهزة الطبية العلاجية: مثل الليزر والأشعة فوق البنفسجية.
  - الأجهزة الصناعية والعسكرية: مثل الرادارات وأجهزة الإنذار المبكر.

أهميتها وقياسها:

- بدأت أهميتها بالازدياد بمنحى سريع وتصاعدي بسبب الازدياد الواسع لاستخدامها في شتى مجالات الحياة اليومية، مع ترافق ذلك بنقص المعلومات اليقينية المتوفرة حول تأثيراتها الصحية مما يتطلب المزيد من الدراسات والبحوث وخاصة فيما يتعلق بالتأثيرات بعيدة المدى.
- تقاس بالميلي واط/سم^2 (mw/cm^2) أو حريرة/دقيقة أو الكترون فولت/ثانية.

[18] أي أنها لا تملك طاقة كافية لانتزاع الكترون من المدار السطحي لذرات الجزيئات، لكنها تملك الطاقة الكافية لنقل الالكترون إلى مدار أعلى (مستوى طاقي أعلى).

تأثيرها:

عوامل تأثيرها:

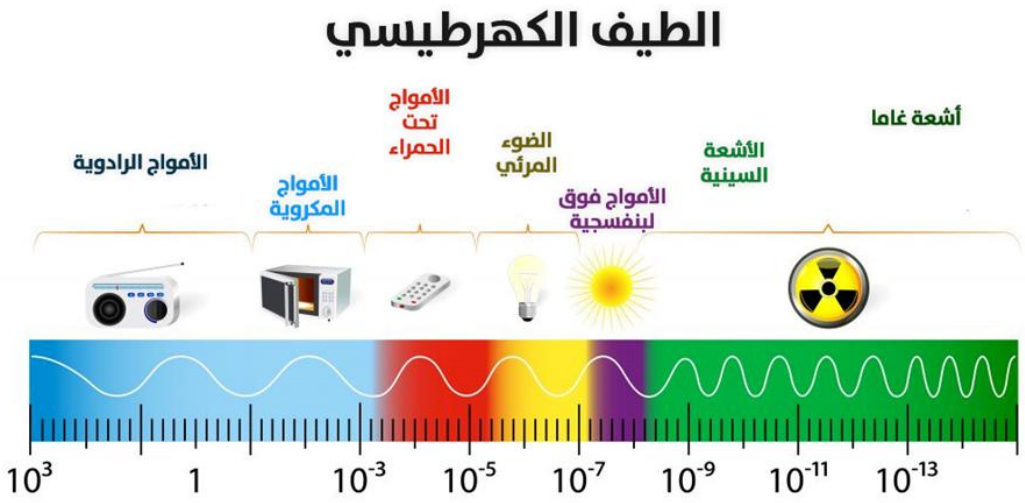
- نوع الأشعة: يتناسب تأثيرها طرداً مع ترددها.[19]
- مدة التعرض.
- تركيز طاقة الأشعة Power Intensity: والتي تمثل كمية الأشعة التي تسقط على وحدة المساحة.

آلية تأثيرها:

- تأثير تخريبي **حراري** بالنسبة للأشعة ذات الترددات المنخفضة.
- تأثير تخريبي **حراري وكيميائي** بالنسبة للأشعة ذات الترددات العالية.

أهم أنواعها:

- الأشعة فوق البنفسجية [20] Ultraviolet R.
- الأشعة تحت الحمراء Infrared R.
- أشعة الراديو والمايكروويف Radio & Microwaves R.



شكل توضيحي لمختلف أنواع وأطياف الأشعة الكهرطيسية حسب أطوالها الموجية، حيث نلاحظ أن أشعة غاما هي ذات الطول الموجي الأقصر، وأشعة الراديو هي ذات الطول الموجي الأطول، والتي تتبع للون الأخضر هي المؤينة (يرجى العودة إلى ملف الPdf.

[19] وبالتالي تتناسب عكساً مع طول الموجة (طول الموجة = سرعة تقدم الموجة / التواتر).

[20] تصنف الأشعة فوق البنفسجية إلى ثلاث أقسام هي: (قريبة، متوسطة، والبعيدة)، حيث تعد القريبة والمتوسطة غير مؤينة، بينما تمتلك البعيدة تأثيرات ضارة مشابهة للأشعة المؤينة.

الأشعة فوق البنفسجية Ultraviolet R.

مصادرها:

- أكبر مصدر لها هو أشعة الشمس علماً أن الغلاف الجوي يمتص الجزء الأكبر منها وخاصة الأنواع المضرة (B,C [21])، بفضل وجود غاز الأوزون في طبقات الجو العليا، لذلك تعتبر طبقة الأوزون طبقة حماية مهمة جداً.
- تنبعث أيضاً من لمبات النيون وشاشات التلفاز والكمبيوتر، ولهذا يجب أن تكون الشاشة بعيدة عن المشاهد لتقليل خطورة هذه الأشعة والمسافة الصحيحة هي عشرة أضعاف قطر التلفزيون.

تأثيراتها المرضية:

1. حروق شمسية. 2. تصبغات[22]. 3. تكثّف عدسة العين (الساد Cataract).
4. **أورام جلدية خبيثة** خاصة عند ذوي البشرة البيضاء بحيث تعتبر هذه الأشعة أكبر مصدر لسرطانات الجلد والمسبب الأول لها (سرطان قاعدي الخلايا وشائك الخلايا، ميلانوما)، لذلك في البلاد التي تكون مشمسة وسكانها بيض وعلى رأسها أستراليا، يرتفع خطر الإصابة بسرطانات الجلد.

صورة توضح سرطان الخلايا القاعدية على اليمين وسرطان الميلانوما على اليسار

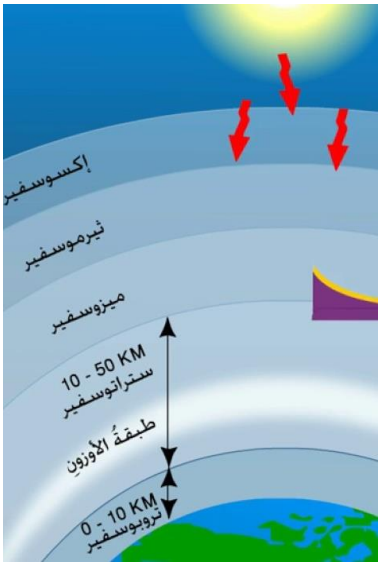
تأثيراتها المفيدة:

- تحويل طليعة الفيتامين د إلى **الفيتامين د**.
- **تعقيم** الأدوات الطبية ومياه الشرب.
- **معالجة بعض الأمراض** كاليرقان الولادي حيث تخرب الأشعة فوق البنفسجية البيلوروبين ونستخدم في ذلك لمبات خاصة تولّد هذه الأشعة.

[21] لها ثلاث أنواع A,B,C.

[22] يستفاد من خاصية الأشعة فوق البنفسجية في إحداث التصبغات من أجل تسمير الجلد (البرونزاج).

مشكلة الأوزون:



- الأوزون غاز شفاف سام يتكون من اتحاد ثلاث ذرات من الأوكسجين O_3 حيث يوجد بشكل رئيسي في طبقتي الجو السفلى **(التروبوسفير)** والعليا **(الستراتوسفير)**.
- يكون مفيداً عند تكوُّنه في طبقة الجو العليا (من 10 لـ 50 كم)، بسبب دوره الهام في منع مرور الجزء الأكبر من الأشعة فوق البنفسجية (خاصة النوع B) إلى الأرض، حيث يشكل ما يسمى **بطبقة الأوزون**، أما عند تكوُّنه قرب سطح الأرض فيُعتبر خطيراً وضاراً، كما يُعتبر غازاً ملوّثاً.
- لنفصّل في نوعيه:

1. الأوزون السطحي (التروبوسفيري) الضار:

- هو الأوزون في طبقة الجوّ القريبة من سطح الأرض "التروبوسفير"، يتكون نتيجة تفاعلات كيميائية ضوئية مع أكاسيد النيتروجين والهيدروكاربونات التي تعتبر من الملوثات الرئيسية المنبعثة في الجو، والتي تنبعث من وسائل النقل المختلفة والمصانع والانفجارات والبراكين، وعليه فإن غاز الأوزون يعتبر أحد المكونات الخطيرة والسامة **للضباب الدخاني**.

يسمى الضباب الدخاني بالضبخان Smoke+Fog = smog.

يتشكل فوق المدن الكبيرة خاصة في الربيع والصيف، وله تأثير خانق على التنفس.

- كما أنه واحد من الغازات الدفيئة المسببة للاحتباس الحراري.
- عموماً **لا يجب التعرض** لأكثر من 120 مكغ/م3 من الهواء (أو 60 ppb) لمدة 8 ساعات.

2. الأوزون العالي (الستراتوسفيري) المفيد:

- هو الأوزون في طبقة الجو العليا (الستراتوسفير)، ويشكل طبقة الأوزون على ارتفاع 25-40Km.
- تعد طبقة الأوزون ضرورية لحماية الحياة على سطح الأرض فهي تعمل كحاجز أو مرشح طبيعي يمتص الأشعة فوق البنفسجية B,C التي تؤدي في حال نفوذها إلى سطح الأرض بنسبة عالية إلى تدمير الكثير من أشكال الحياة وتلحق أضرار بالغة بصحة الإنسان، وكما أنه يقلل من نفوذ الأشعة فوق البنفسجية A.

الأشعة تحت الحمراء Infrared R.

- هي أشعة حرارية، حيث تنبعث بشكل طبيعي من كافة الأشياء الساخنة مثل الفرن أو المصباح الحراري، وتنبعث كذلك من أجسامنا، وتستخدم في أجهزة التحكم عن بعد.
- لكن أهم وأخطر مصدر لها هو الأشعة الشمسية، فتؤدي إلى شعورنا بالدفء، بحيث تؤثر على الجسم من خلال توليد حرارة خفيفة قليلة الأهمية، إلا أنها تؤدي إلى أذية شبكية العين في حال التعرض الشديد لها (مثل التحديق المباشر إلى الشمس بدون واقيات عينية ولو في أثناء الكسوف).

أشعة الراديو والماكرويف Radio & Microwaves R.

تعريفهـا:

- تقع هذه الأشعة من ناحية طولها الموجي في الطرف المقابل للأشعة السينية وأشعة غاما ضمن طيف الأشعة الكهرطيسية.
- حيث تتميز وتختلف عنها بطاقتها الموجية المنخفضة و**أطوالها الموجية الكبيرة**، (فأشعة المايكروويف يتراوح طولها بين 0.1 - 1000 ملم في حين أن الطول الموجي لأشعة الراديو يبدأ اعتباراً من 1000 ملم فما فوق).

مصادرهـا:

- هي أكثر أنواع الأشعة غير المؤينة **انتشاراً واستخداماً** في حياة الإنسان المعاصرة سواء داخل المنزل أو خارجه.
- **أمثلة:** محطات إرسال وتقوية البث الإذاعي والتلفزيوني سواء الأرضية أو الفضائية، محطات استقبال وإرسال وتوجيه الأقمار الصناعية، شاشات التلفاز والكومبيوتر، خليوي، لاسلكي، أفران المايكروويف، الرادار، الواي فاي،...

تأثيراتها المرضيـــة:

- رغم عدم توافر دراسات كافية موثوقة حول التأثيرات المرضية لهذه الأشعة، ورغم وجود بعض الاختلافات في النتائج المنشورة إلا أن العديد من البحوث تتفق على أنه:
  - ✓ **لا يوجد** ما يؤكد حدوث أضرار صحية عند التعرض لمستويات أقل من 54 ميلي واط/سم^2.

- ✓ التعرض إليها بمستويات أعلى من ذلك الحدّ **وبجرعات تراكمية** قد يتسبب في ظهور العديد من الأعراض والشكايات التي تكون في معظمها من نوع الأعراض **النفسية العصبية** (الشعور بالتعب، الإرهاق، التوتر، الصداع، اضطرابات النوم، النسيان، عدم القدرة على التركيز، الاكتئاب، مع زيادة الميل للانتحار).
- ✓ كما أنّ من المحتمل حدوث اضطرابات عضوية أكثر خطورة لأن الحالة النفسية تؤثر على أعضاء الجسم، لكن لم يتم تأكيدها حتى الآن وهو ما يصطلح تسميته أحياناً **بمرض الواي فاي**.
- ✓ وما يزال غير معترف بهذا المرض رسمياً، حيث يختلف عن إدمان أو اضطراب ألعاب الانترنت IGD الذي تم إدراجه حديثاً من قبل منظمة الصحة العالمية WHO كأحد الأمراض النفسية.

إنّ خطر أفران المايكرويف الأكبر ينجم عن تسخين الطعام بأوان بلاستيكية أو أكياس نايلون مما يؤدي لتحرير مادة ثنائي كلور الايتيلين Ethylene Dichlorise (EDC) التي لها تأثير مدمر على عمل الغدد الصم.

عوامل فيزيائية أخرى

الأمواج فوق الصوتية Ultrasound waves:

☒ تستخدم في التشخيص والعلاج ولا سيما عند المرأة الحامل لمعرفة نمو الجنين.

☒ ليس لها تأثيرات مرضية هامة وإنما تعطي تأثير حراري بسيط، لكن يفضل عدم التعرض لها إلاّ عند الضرورة.

الضجيج Noise:

☒ إنَّ التعرض المديد للضجيج والاهتزازات (كالقاطنين على أطراف الأوتوستترادات) يؤدي **لنقص سمع استقبالي** بسب تنكس الخلايا السمعية في عضو كورتي (ارتفاع عتبة السمع).

الليزر LASER:

☒ عبارة عن أشعة صنعية تتميز بكونها مؤلفة من حزم ضوئية وحيدة اللون ووحيدة الطور.

☒ تستخدم في الجراحة المجهرية وأمراض العين كما في لحم الشبكية عند انفصالها.

☒ تؤدي لتوليد طاقة حرارية مركّزة مما يؤدي لحدوث تخرّب خلوي، لذا يجب الحذر عند استخدامها خاصة عند التعامل مع الأنسجة الحساسة والهامة.

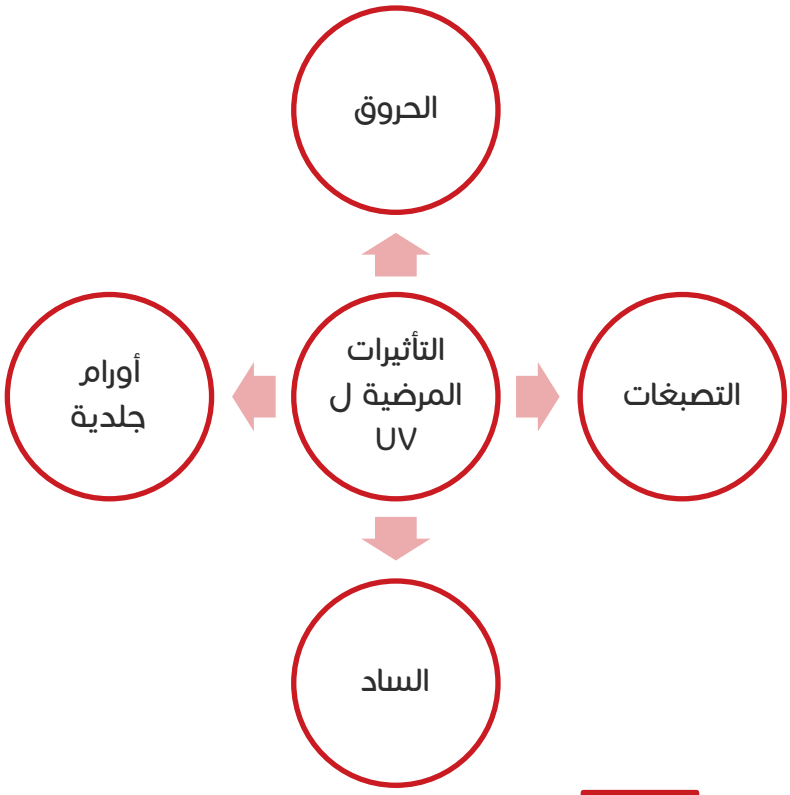
Overview ^_^

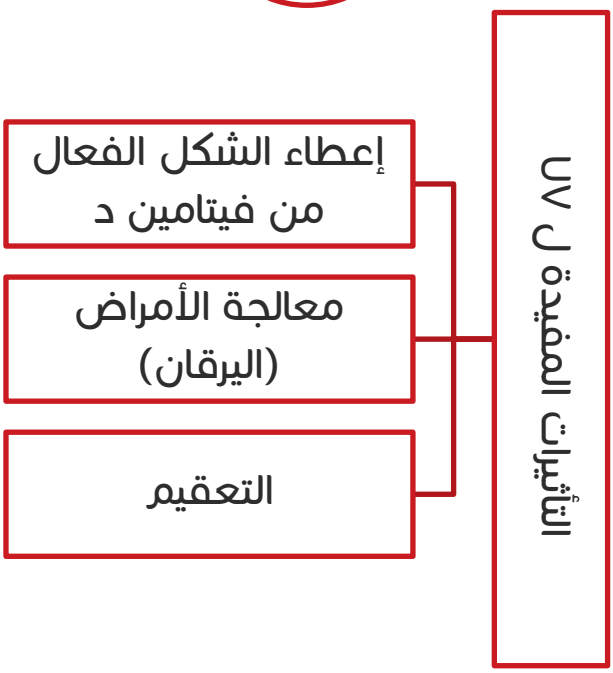
- عوامل الاضطرابات البيئية
  - عوامل كيميائية
  - عوامل فيزيائية
    - الأذية الحرارية
      - أذية انخفاض الحرارة
        - عضة البرد
        - التبرّد
      - أذية ارتفاع الحرارة
        - ضربة الحرارة
        - الحروق الجلدية
        - الحروق الاستنشاقية
    - أذيات تبدل الضغط
      - مرض تناقص الضغط
      - الأذيات الناجمة عن الارتفاع
        - HAPE،HACE، AMS
    - الأشعة المؤينة
    - الأشعة غير المؤينة
      - فوق البنفسجية
      - تحت الحمراء
      - أشعة الراديو والمايكروويف
    - عوامل فيزيائية أخرى
      - الضجيج
      - الليزر
      - الأمواج فوق الصوتية

	ضربة الحرارة	الحروق الجلدية	الحروق الاستنشاقية
السبب	تعرض لحرارة مرتفعة (فوق ال40C) مع فشل آليات تبديد الحرارة	التعرض الموضعي لحرارة شديدة	استنشاق أبخرة ودخان
نتائجها	1. توسع وعائي 2. نقص حجم مركزي 3. نقص أكسجة	1. التهاب 2. زيادة نفوذية 3. ضياع للسوائل وشوارد وبروتينات	-
مضاعفاتها	1. صداع 2. تسرع قلب صدمة ووفاة	1. صدمة 2. قرحات الشدة 3. انتان ثانوي(الأخطر) يؤدي لصدمة	1. وذمة رئوية 2. انسداد الطرق 3. إنتان ثانوي 4. متلازمة الكرب التنفسي الحاد

الحروق جزئية السماكة	الحروق كاملة السماكة
إصابة البشرة فقط (درجة أولى)، أو إصابة البشرة مع الأدمة (درجة ثانية)	إصابة كامل الجلد (درجة ثالثة) وقد تصل إلى العظام والعضلات (درجة رابعة)
لا تصاب الملحقات الجلدية، بالتالي لا تحتاج إلى ترقيع جلدي	تتخرب الملحقات بالتالي تحتاج لترقيع جلدي
مؤلمة جدا لعدم إصابة النهايات العصبية	غير مؤلمة لإصابة النهايات العصبية
بلون أحمر وردي	أحمر غامق
رطبة مع حويصلات	جافة

درجات الحروق الجلدية	
درجة الحرق	الطبقة المصابة
الدرجة الأولى	طبقة البشرة فقط
الدرجة الثانية	البشرة والطبقة السطحية من الأدمة (دون تخرب الملحقات)
الدرجة الثالثة	تصل للمستوى العميق من الأدمة والنسيج العضلي
الدرجة الرابعة	تصل للنسيج العضلي مع تخرب واسع وقد تصل للعظام





دون ملاحظاتك

إلى هنا نكون قد وصلنا إلى نهاية محاضرتنا
الأخيرة في هذا القسم، نرجو من الله أن نكون
قد وُفّقنا في إيصال المعلومة على أكمل
وجه، لا تنسونا من صالح دعائكم ^_^

RBCs