الجذور الحرة ومضادات الأكسدة والأمراض

أ.د دايخ الحسناوي* و زين الدين دايخ الحسناوي**

تعتبر الجذور الحرة FREE RADICALS والتفاعلات التي تنتجها و التي تعرف بتفاعلات الأكسدة OXIDATION REACTIONS والاضرار التي تسببها للخلايا والانسجة ، والمواد التي توقف تفاعلاتها والتي تعرف بمضادات الأكسدة ANTI- OXIDANTS تعتبر من بين المواضيع الأكثر ظهورا في حلقات التداخل بين الطب و بين علم الكيمياء .

ورغم التقدم المهم الذي أحرزته البحوث العلمية في فهم كيمياء و تراكيب الجذور الحرة والامراض التي تسببها والتقدم الكبير أيضا في فهم المركبات الكيميائية التي تعمل على قتل الجذور الحرة وايقاف أو تقليل الاضرار الناجمة عنها والتي تعرف بمضادات الاكسدة لانها توقف التفاعلات المتسلسلة CHAIN REACTIONS التي تحدثها الجذور الحرة فور تكونها الا ان الموضوع مازال فيه مساحات واسعة للبحث والاستكشاف في كلا الخطين المتخادمين و هما الخط الطبي وما يرتبط به والخط الكيمياوي وما يعنى به .

* استاذ الكيمياء العضوية الحيوية . كلية الطب . جامعة ذمار . الجمهورية اليمنية

** طبيب امتياز

Free Radicals, Anti-Oxidants and Related Diseases

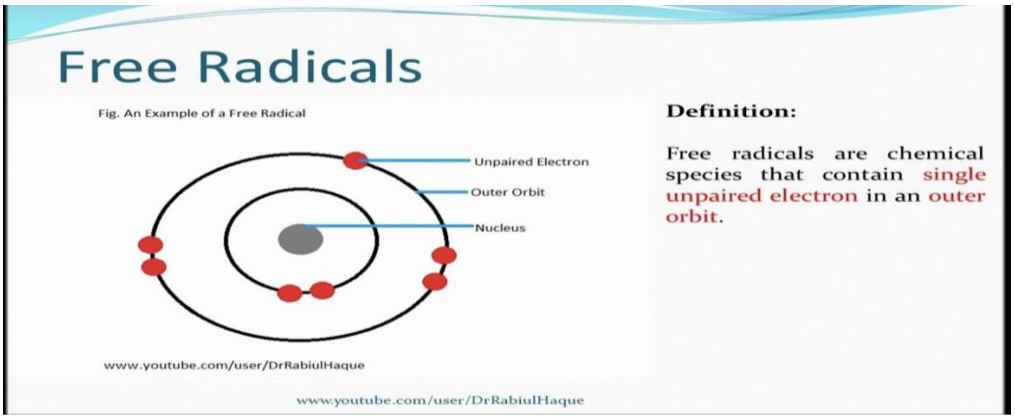
Prof. Dr Daiekh Abed Ali Abod* And Zain Aldeen Daiekh**

This article attempts to provide an overview of the free radicals with their types and their sources of formation as well as on the chemicals called anti-oxidants and how they kill the chain reactions caused by free radicals.

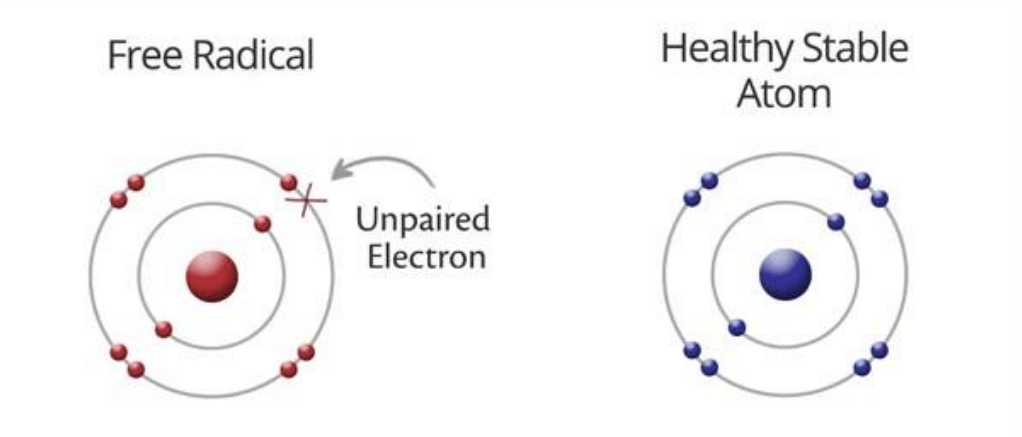
The article also highlights the types of diseases associated with the so called oxidative stress caused to living cells by free radicals. These diseases include cancers, arteriosclerosis, eyes and skin diseases besides aging.

التعريف المتداول للجذور الحرة هو انها : ذرات أو جزيئات أو شظايا كيمياوية تحتوي على الكترون منفرد أو غير مزدوج في مداراتها الخارجية . مما يجعلها ذات طاقة هائلة وبالتالي تكون غير مستقرة . وفور تكون هذه الجذور في النظام الحي تحت العوامل التي يشترط توفرها فانها تبدأ بمهاجمة الوسط المجاور لها من مركبات كيمياوية أو خلايا حية وتنتج المزيد من الجذور الحرة ويستمر التفاعل ينتج عمليات التخريب للجزيئات وللخلايا حتى يتوقف اجباريا بواسطة مركبات مانعات الأكسدة والتي تقوم عادة بقتل الجذور الحرة بطريقة ما .

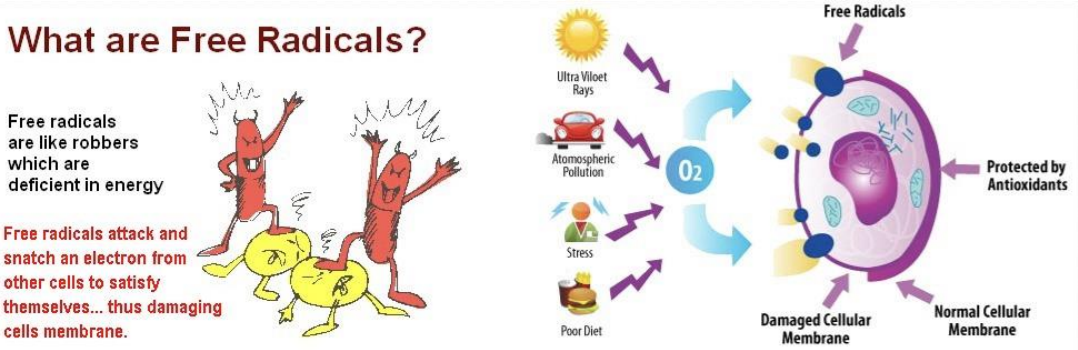
صورة توضح التعريف



*Prof Of Bio-Organic Chemistry - Thamar University - Thamar.Repuplic Of Yemene
**A Practicing Physician



صورة ١ :توضح تعريف الجذر الحر ومقارنة بين الذرة الطبيعية والذرة التي تحمل الكترون منفرد unpairedفي الاوربتال الموجود في الغلاف الخارجي أو ما يعرف بغلاف التكافؤ أي الجذر الحر المرسوم باللون الاحمر في الجزء الاسفل من الصورة .

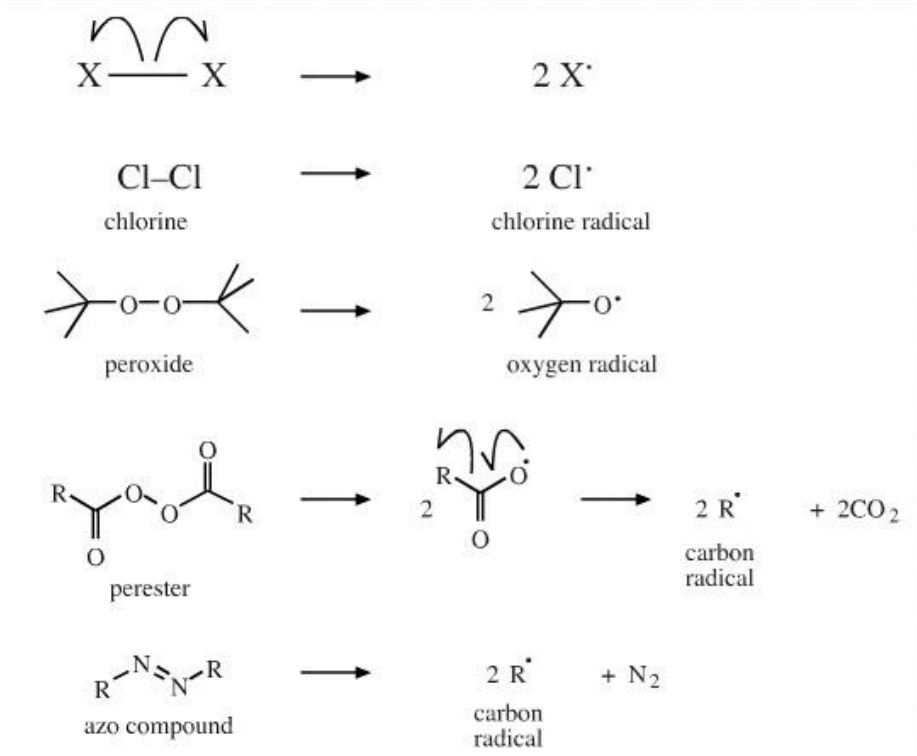


صورة ٢ :توضح بعض مصادر تكون جذر الأوكسجين الحر ومهاجمته لخلية من جهة يعوزها حماية من المضادات للأكسدة فتحدث بها أضرارا تهديمية خطيرة .

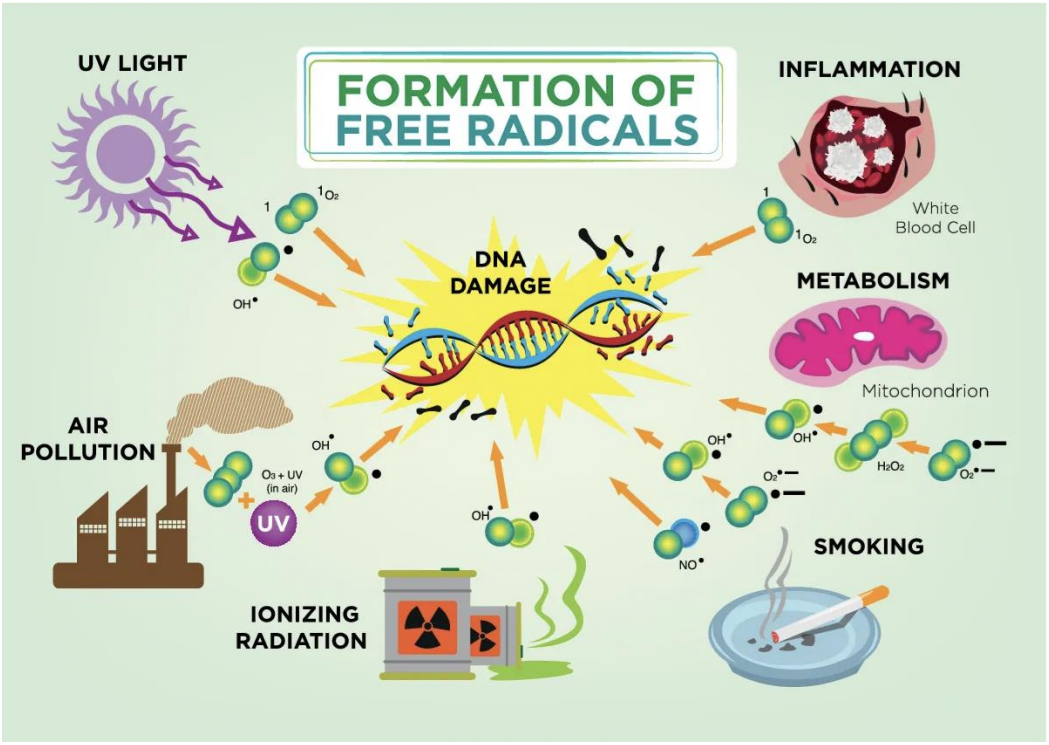
تتكون الجذور الحرة في المعامل والمصانع والمختبرات بطريقتين مما تسليط الاشعة فوق البنفسجية على المواد التي يراد لها أن تتفاعل بهذه الطريقة لتنتج مشتقات معينة كما في تحويل مركبات الالكانات التي تمتاز بكونها مركبات مستقرة الى هاليدات الالكيل ذات الاهمية الكبيرة في الاصطناعات العضوية المختلفة أو عن طريق رفع درجة حرارة المتفاعلات الى درجات تتراوح بين ٢٥٠

الى ٤٠٠ درجة مئوية. ويفسر التفاعل هنا بانه انشطار متجانس لرابطة الهالوجين فيتوزع زوجي إلكتروناتها بين الشظيتين الناتجتين و بهذا يتحقق التعريف الذي ذكرناه أعلاه (بان الجذر الحر هو شظية عليها الكترون منفرد .)

أما في النظام الحي فيتم تخليق الجذور الحرة عادة بمساعدة فلز أو ايونات فلز أو غيرها من الطرق المعروفة أو التي لازالت قيد البحث والدراسة مع تطور قدرات الكشف عن الجذور الحرة والتي ابتدأت باستخدام جهاز يعرف باسم رنين الالكترون الفتلي E.S.R= ELECTRONE SPINE RESONANCE

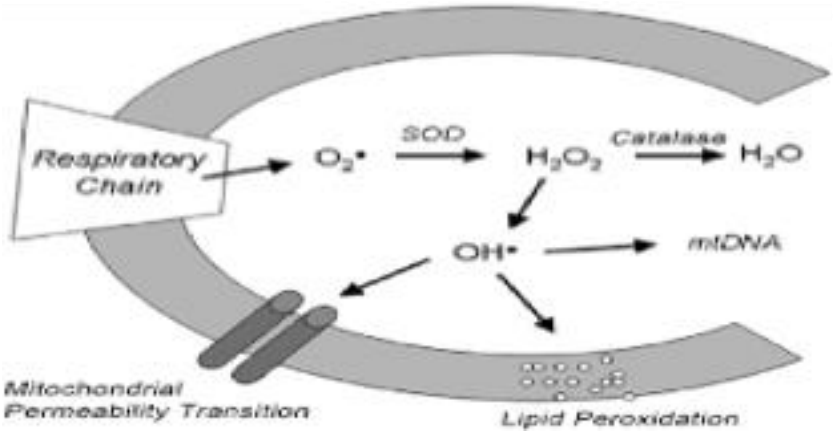


صورة ٣ :توضح عملية تكوين الجذور الحرة بالانشطار المتجانس للهالوجين و البروكسيد والاستر عالي الأوكسجين ومركبات الايزو

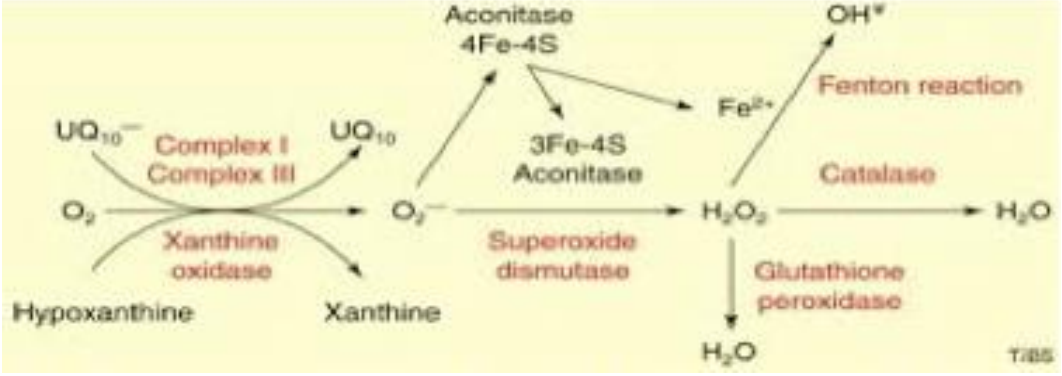


الصورة ٤ :مصادر متعددة يمكن أن تكون بادئا أو سببا لتكوين الجذور الحرة منها التدخين والاشعاعات المتأينة و الهواء الملوث والاشعة فوق البنفسجيه والالتهابات الناتجة عن تكوين الجذور الحرة بواسطة كريات الدم البيضاء مثلا وانواع مختلفة من الجذور الحرة التي تقوم بمهاجمة الخلايا والأنسجة .

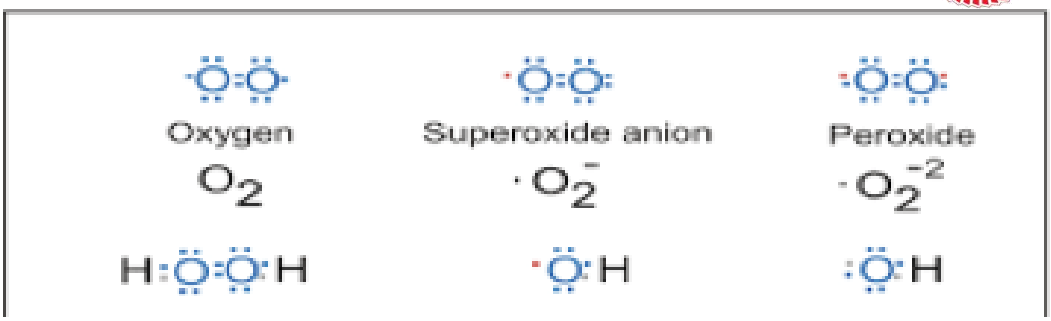
ففي تفاعل تكوين الماء داخل الخلايا وتحديدا في المايتوكوندريا يتم اتحاد جزء من المتفاعلات التي هي الأوكسجين و الهيدروجين لتكوين جزيئات ماء ويوصف التفاعل بانه غير تام IMPERFECT REACTION و يتحول جزء من الأوكسجين الحر المتبقي O2الى جزيئة أوكسجين ذات الكترون منفرد *O2 (النجمة هنا تمثل الكترون منفرد للتوضيح) و هذه الشظية تتحول بدورها بالتفاعل تلقائيا و بتأثير انزيم يسمى سوبر أوكسيد دسميوتيز superoxide dismutaseالى مركب نشط هو بيروكسيد الهيدروجين H2O2والبروكسيد يتحول الى جذر الهيدروكسيد الحر OH*.



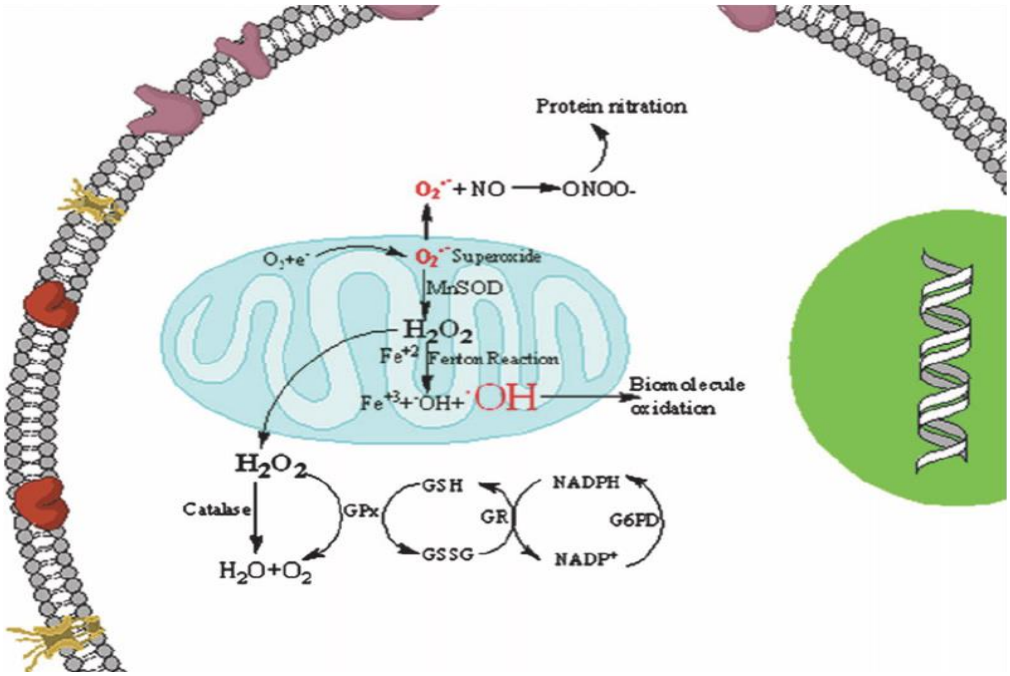
الصورة ٥ :توضح دخول الأوكسجين الى الخلية وتحوله الى جذور حرة تهاجم المايتوكوندريا و لبيدات غشاء الخلية والحمض النووي D.N.A



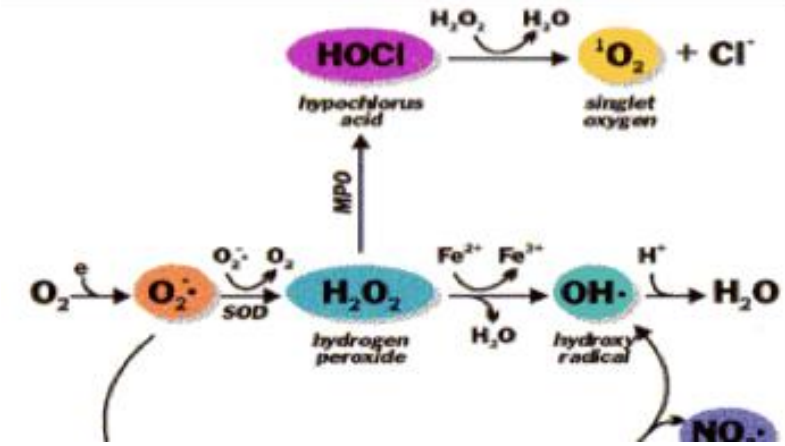
الصورة ٦ :تفاعلات مختلفة توضح الطرق المحتملة المختلفة لتكون الجذور الحرة ومن بينها تكون جذر الهيدروكسيل بواسطة تعجيل يقوم به ايون الحديدوز لمركب بيروكسيد الهيدروجين .



صورة ٧ :التركيب الكيمياوي لعدد من الجذور الحرة المحتوية على الأوكسجين اضافة لجذور الأوكسجين نفسها .

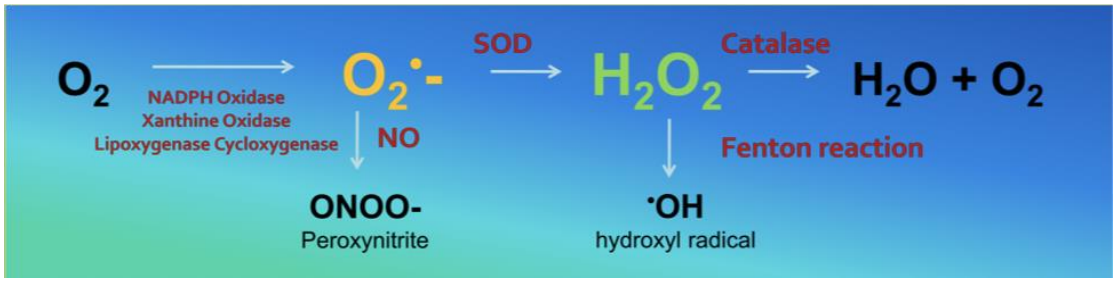


صوره ٨ :تبين عدد من التفاعلات الأنزيمية التي تشتمل على تكوين جذور حرة من جزيئات بيولوجية كالبروتينات ومن بينها جذور بروكسيد نايتريت التي تتكون أثناء التداخل بين جذر الأوكسجين الحر وأوكسيد النتريك NITRIC OXIDE) (NO (وتتدخل في تخليق انزيمات تفرزها المايتوكوندريا ويقوم هذا الجذر الحر بمهاجمة اللبيدات والبروتينات والحمض النووي داخل الخلية و يدمرها .

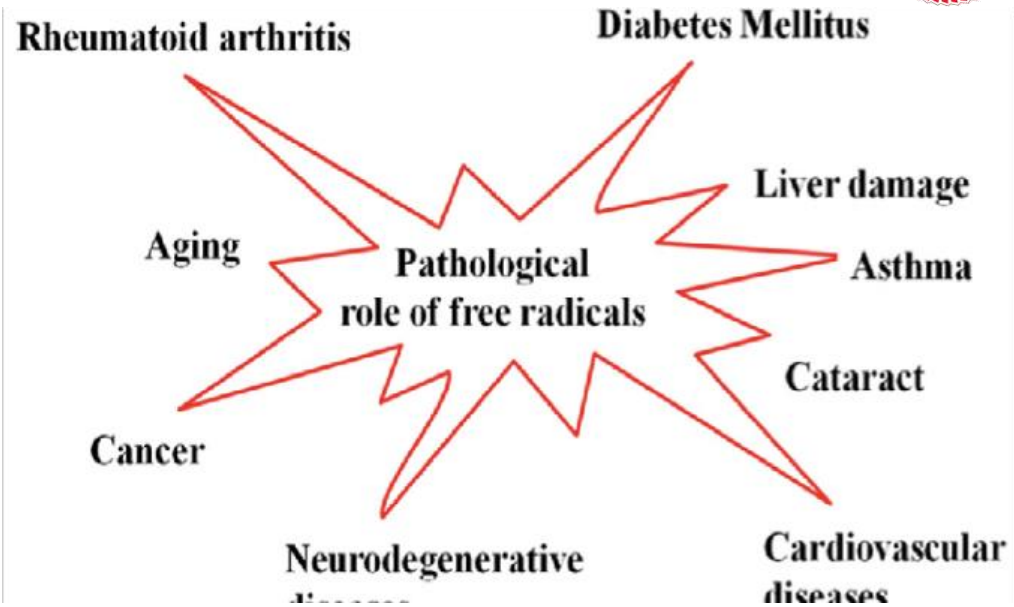


صورة ٩: أ وب :تبين مخططات لمزيد من تفاعلات تكوين الجذور الحرة .

تؤدي الجذور الحرة المتكونة طبيعيا في أجسامنا الى أضرار فادحة و أمراض عديدة خاصة عندما تخرج عن سيطرة المركبات المضادة للأكسدة ، أي عندما تصبح تفاعلات الاكسدة التي تسببها الجذور الحرة أعظم من تفاعلات قتل الجذور الحرة بواسطة مضادات الاكسدة مثل فيتامين C و فيتامين Eومركبات عضوية اخرى كثيرة منها الفينولات والماء .



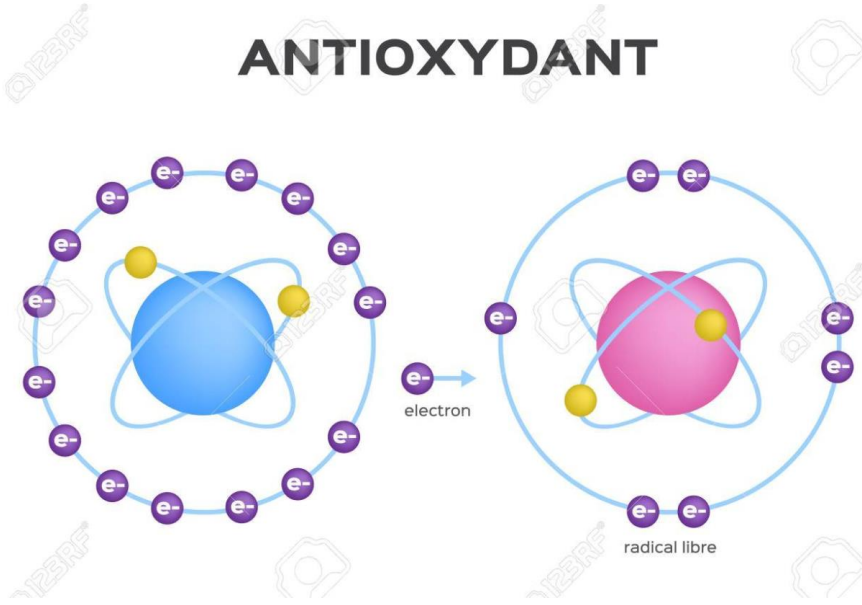
تسبب الجذور الحرة أمراض السرطان بسبب مهاجمتها للحوامض النووية وتجرح الخلايا وتسبب تصلب الشرايين والجلطات والشيخوخه والربو وتلف الكبد والسكري وماء العيون الابيض والامراض القلبية والعصبية والتهابات المفاصل وغيرها كما تبينه الصورتين أدناه .



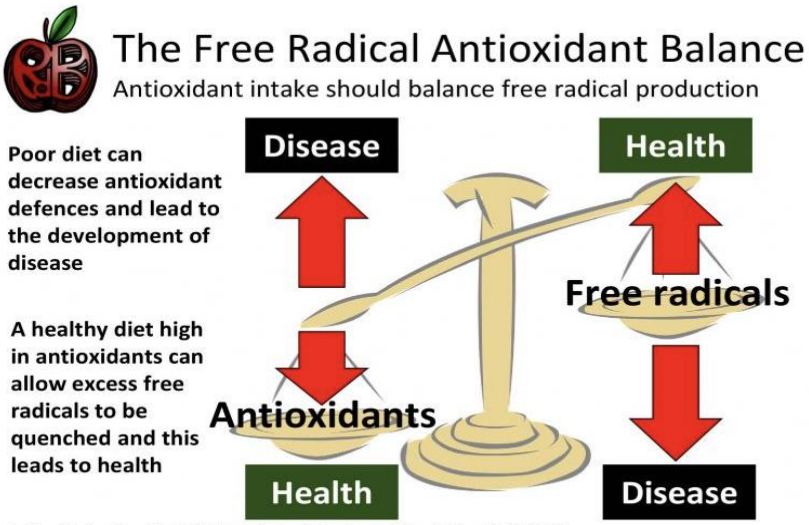
الصورة 10 :الامراض المختلفة التي يعزى حدوثها الى هجمات الجذور الحرة والذي يعرف طبيا باسم أمراض الاجهاد التأكسدي OXIDATIVE STRESS

يمكننا ايقاف تفاعل الجذور الحرة المتسلسل في المعامل والمصانع بعملية يطلق عليها تسمية انتحار الجذور الحرة التي تعني ان الجذور الحرة المتكونة في التفاعل تتحد مع بعضها وتنتج جزيئات متعادلة وذلك بسحب وانهاء تأثير العامل الحفاز الذي هو اما اشعة فوق البنفسجيه أو الحرارة .أما في داخل خلايا الاجسام الحية فبتم ايقاف هذه التفاعلات عن طريق مهاجمتها من قبل المركبات العضوية التي تسمى بمضادات الاكسدة . ANTI OXIDANTS

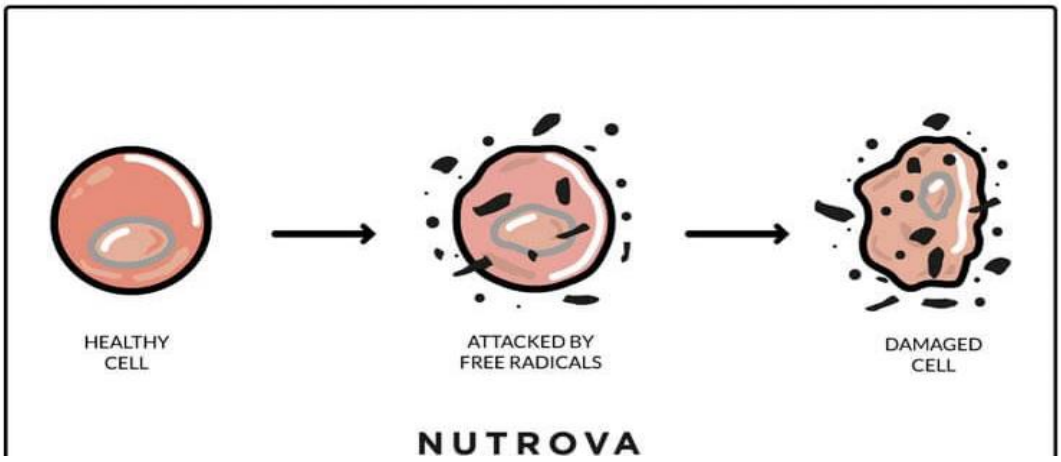
الصورة ١١: تخطيط آخر للامراض التي تسببها الجذور الحرة



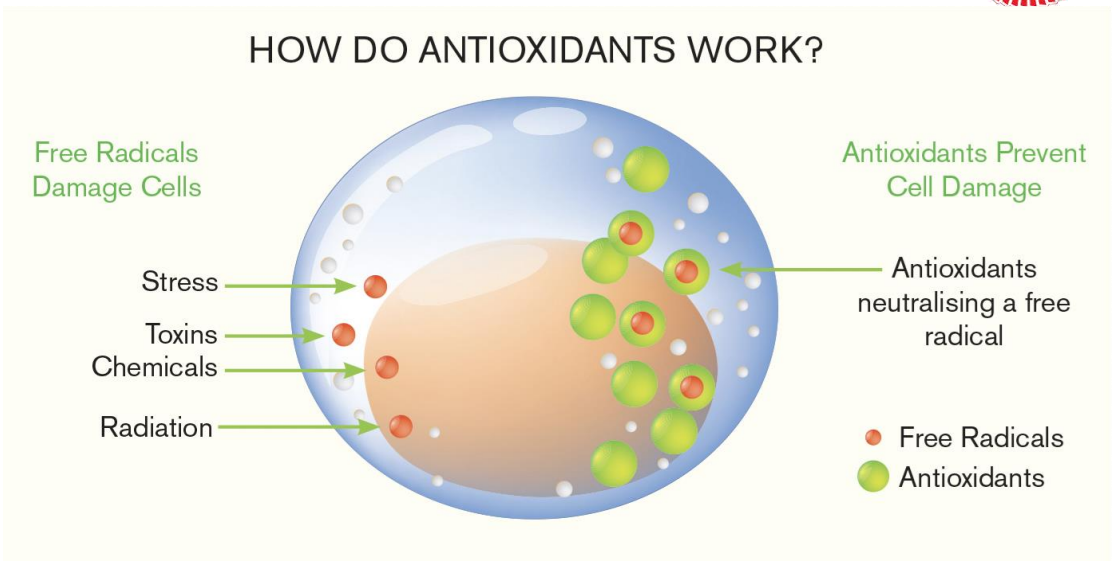
الصورة 12 :توضح الية عمل مضاد الاكسدة التي تتضمن اعطاء الكترون للجذر الحر لتحويله الى مركب متعادل .



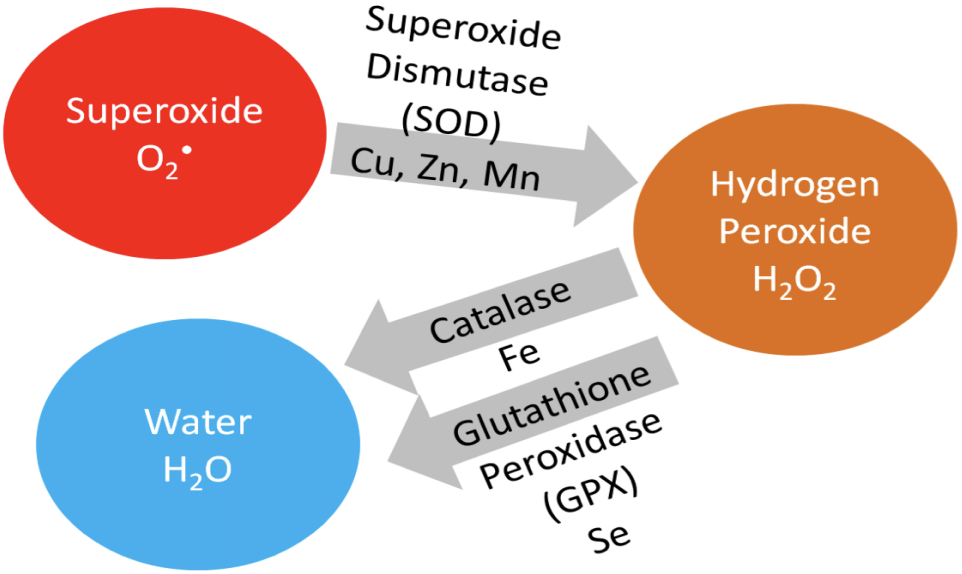
الصورة 13 :اختلال الاتزان بين تفاعلات الاكسدة بالجذور الحرة و بين تفاعلات قتل الجذور الحرة بمضاداتها . وتؤكد الصورة ان الغذاء الفقير بالمواد الغذائية المهمة التي تعمل كمضادات أكسدة يؤدي الى زيادة تكوين الجذور الحرة ومن ثم الامراض المتعلقة بها وتوضح الصورة أيضا تأثير التعرض للتلوث البيئي والسموم التي تعجل وتزيد من تكوين الجذور الحرة .



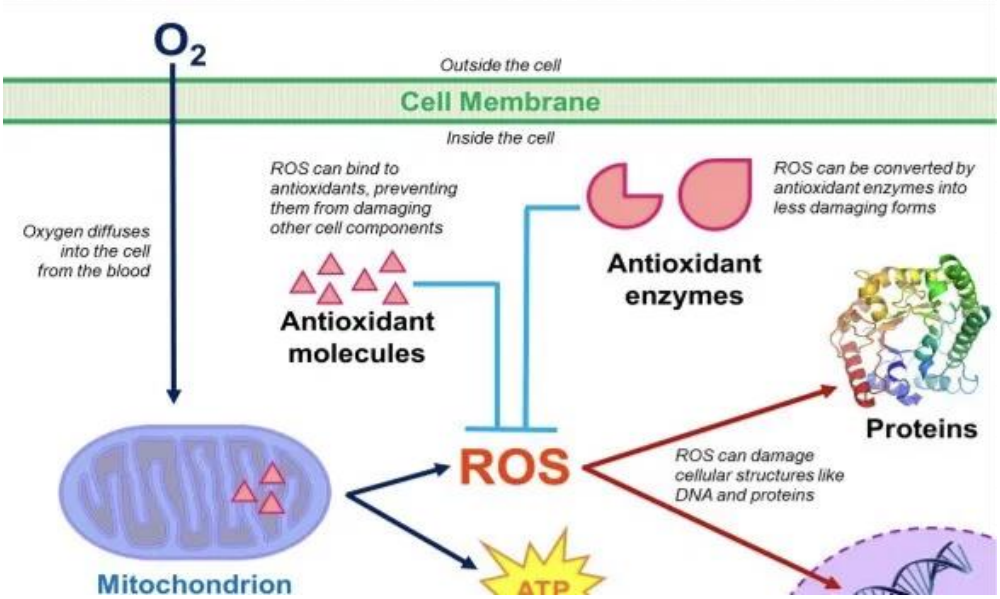
الصورة 14 :مسار تدمير الجذور الحرة للخلايا السليمه . تحدث عملية موت الخلايا بانماط مختلفة منها APOPTOSISأو NECROPTOSIS .أو بكليهما معا وتسمى العملية NOCROSIS



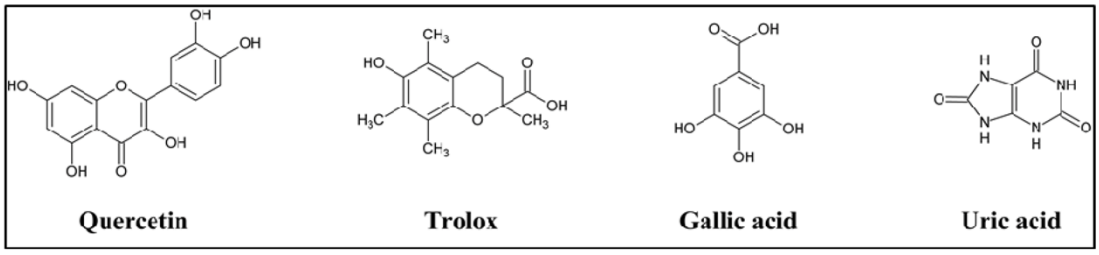
الصورة 15 :تبين التفاعل بين الجذور الحرة الناتجة من الضغط او الشد والسموم والمواد الكيميائية والاشعه) شمال الصوره (وبين مضادات الاكسدة التي تمنع تدمير الخلايا . المضادات باللون الاخضر تحيط بالجذر الحر باللون الاحمر .



الصورة 16 :وهنا يتضح مسار حماية اخر من الجذور الحرة يتمثل في تحويل جذر الأوكسجين الحر بواسطة انزيم وفلزات الى مركب البروكسيد والذي يتم تحويله بتفاعل انزيمي اخر الى الماء وبذلك يحجم خطر جذر السوبراوكسيد على خلايا الجسم وانسجته .

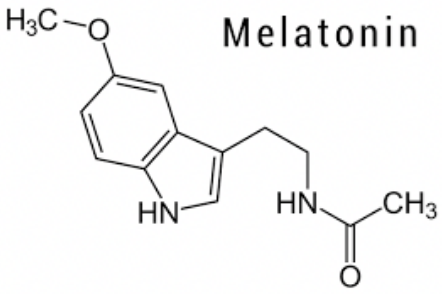


الصورة 17 :اليـة أخـرى توضـح نفـاذ الاوكسـجين الجزيئي الى داخـل الخلايـا وصـولا الى المايتوكوندريا حيث يتحول الى مركب طاقة ATPتستثمره الخلايا أو الى جذور أوكسجين فعالة ROSجذور الأوكسجين الحرة او الفعالة تهاجم البروتينات وتهاجم الاحماض النووية في نوى الخلايا اذا لم تبتلعها مضادات الاكسدة التي حددت هنا بنوعين مما جزيئات مضادة للاكسدة وأنزيمات مضادة للاكسدة .



الصورة 18 :عدد من المركبات العضوية التي تعمل كمضادات أكسدة من بين أعداد كبيرة أخرى ولا زال البحث العلمي يضيف المزيد من الاكتشافات والاختراعات الى هذا المجال العضوي الفعال .

الصورة 18 مع تطور العلم والتكنولوجيا والتقنيات الطبية تتزايد طرق الكشف عن تكون واليات عمل الجذور الحرة في جسم الانسان . المركب اعلاه هو واحد من الكواشف المستخدمه في هذا المجال حيث يقوم بدور . DETECTOR



الصورة 19 مع تطور العلم والتكنولوجيا والتقنيات الطبية تتزايد طرق الكشف عن تكون واليات عمل الجذور الحرة في جسم الانسان . المركب اعلاه هو واحد من الكواشف المستخدمة في هذا المجال حيث يقوم بدور DETECTOR .

الخلاصة

حاولنا تكثيف معلومات أساسية ترافقها معلومات متقدمة عن كنه وطرق تكوين والاضرار الجسيمة التي تحدثها الجذور الحرة التي تتكون طبيعيا في أجسامنا ولولا ارادة الله سبحانه ولطفه بنا عبر تخليق مضادات لهذه الجذور لهلك الانسان في زمن قصير .