فى الماضى القريب كان المفهوم الدارج عن الشقوق الطليقة هو وجود ذرة أو(Types Of Free Radicals & Their sources
ذرة فى جزئ لها واحد أو اكثر من الإلكترونات غير المزدوجة ، عدم التزاوج هذا يجعلها شرهه للتفاعل مع المواد الأخرى لأكمال
عملية المزاوجة ، وفى أثناء تلك العملية يحدث التلف ولكن بعد تقدم التقنيات الحديثة والأبحاث العلمية الدقيقة لإيجاد
تفصيلاتاكثر دقة عن هذه المرحلة أو تلك العملية ، تمكن العلماء فى مجال الكيمياء الحيوية من تقسيم تلك العملية إلى مراحل
ينتج عنها أنوع مختلفة من الشقوق الطليقة ٥٣) (٣٧)(.فللشقوق الطليقة أربعه أنواع رئيسية كما هو موضح بالشكل التالى ـ:ـ
أثناء عملية التنفس فإن(Reactive oxygen species or oxygen-derived free radicals١الشقوق الطليقة الأكسجينية
الأكسجين يتمإختزاله تدريجيا إلى الماء وذلك بعملية بعد الاختزال بإلالكترون الأول أو الثانى أو فقد تكون شقوق طليقة هى على
والذى يحفز إنتاجه بواسطة الأوزون وهو أكثرهم إحداثا) Superoxide, (anion -O٢● التوالى كالتالى :أ ـ سوبر أكسيد أنا
٢ وتحفز هذهH٢O لطفرات فى الحامض النووى ، وكذلك ينتج بفعل الأشعة فوق البنفسجية المتفاعلة مع بروكسيد الهيدروجين
Hydrogen peroxide,) (Fenton reaction) (٢+ وهو ما يعرف بتفاعل فنتن٨٥)(Fe٥٣ التفاعلات بوجود الحديد الحر
ا ر ا يدروكسيل شق ـ جكل هذه الشقوق غاية فى الخطورة (Hydroxyl free radical,) ٢) ا يدروج بروكسيد ـ بH٢O
خاصة الأخير ولكنها جميعا ذات عمر قصير جدا ،رغم أنها قادرة على أكسدة الجزيئات الرئيسية فى الجسم مثل الأحماض
وهو مؤكسد قوى للدهون وينتج بسببإعادة ترتيب Singlet) Oxygen, (O٢النووية والبروتين والدهون د ـ الأكسج الذرى ١
الإلكترونات فى جزئ الأكسجين والذى يحفز بالأشعة فوق البنفسجية والأدوية التى تزيد الحساسية للضوء والمحفزات الداخلية
٥٣) .ـ تسبب الشراهة التفاعلية للشقوق الطليقة الأكسجينية ، محدودية فى دائرة تأثيرهم) (Heme)مثل صبغة الدم الحمراء
الضار فى الخلية التى هى عرضة لهذا التأثير الضار، خاصة الدهون فى الغشاء الخلوى والبروتيناتالتركيبية والأنزيمات
والأحماض النووية ، وعيوب الأخير) الأحماض النووية (أنها تؤدىإلى طفرات ينتج عنها موت الخلايا أو أمراض المناعة الذاتية
أو السرطان .والشقوق الطليقة للأكسجين تتسرب بصفة منتظمة من نظم أنزيمية عديدة مثل السلسلة التنفسيةوأنزيم السيتوكروم
فى الشبكة الأندوبلازمية وأنزيمات الأكسدة مثل Cytochrome) (٥٠ ٤pبالميتوكندريا Mitochondrial respiratory chainبى
ويوضح الشكل التالى(Xanthine Oxidase) الأحادية الأمينات أكسدة وأنزيمات(Monoamine Oxidase أكسدة الأكزانسين
جميع هذه الشقوق وخطوات تكوينها وبعض طرق التخلص الآمن منهاداخل الجسم ومن خلال ما هو مخزن ومنتج داخليا ٥٣) (
.٧٩)(٦٣)(٦٤)شكل) ١ (فمن هذا الشكل يتضح التسلسل الطبيعى لتحول جزئ الأكسجين إلى الشقوق الأكسجينيةالمختلفة)
وبعض) H٢O) ٢إلى الصورة المائية الآمنةH٢O وبيروكسيد الهيدروجين O .ـ ٢ –سوبر أكسيد انينOالأكسجين الذرى ١
and) المضادات الطبيعية للأكسدة وكيفية مقاومةالشقوق الطليقة مثل السوبراكسيدديسميتيز و الكتاليز و البيروكسيديز
٥٢ بمعنى أن الأكسجين المتسرب خارج السلسلة التنفسية والذى يقدر بحوالى٤% ٥ % لا بد) (Catalase SOD,peroxidase)
أن يتحول إلى ماء كالذى لم يحدث له التسرب من داخل السلسلة التنفسية ، فيحتاج هذا الأكسجين الى ان يختزل بواسطة إضافة
٢ الذى يعد وجودة محفزا لعملH٢O إلكترون إلى هذا الجزء الذى يتحول فى ثم يختزل ايضا ليتحول الى بروكسيدالهيدروجين
بعد ذلك وفى وجود الحديد الحر يتحول الى الهيدروكسيل الحر . ٢ O H والذى يعتبر SOD الأنزيمات المضادة للأكسدة مثل
وبأضافةOH ٢أحد اخطر الشقوق الطليقة المتكونة فى هذه المرحلة الذى يختزل أيضا ليتحول إلى أيونالهدروكسيل الأمن
وتشمل على أكسيد النيتريك) Oxides Nitrogen (٢ الشقوق النيوجينية الطليقة ـ. H٢O الهيدروجين يتحول الأخير إلى الماء
(و بروكسيد النيتروجين الهيدروجينى nitrogen dioxide وثانى أكسيد النيتروجين) oxide, Nitric (NO●
ONOOH (الهيدروجينىhydroperoxide)(NOOH) النيتريت بروكسيد و .(Peroxynitrite,ONOO●) وشكلهNitrogen
كمنفذ ثانوى لفعل عدد) NO●) وهى جميعا شقوق طليقة لوجود إلكترونات غيرمزدوجة بها .وفى الحالات الطبيعية يعمل الأول
إلى) Arginine) منالهرمونات وعوامل التحكم فى انقسام وايض الخلايا ، وهو ينتج من تحول الحمض الأمينىالأرجينين
كبيرة جدا ، فهو يتفاعل. Synthase, (NO● بواسطة أنزيمتخليق أكسيد النيتريك Citrulline) (الحمض الأميني السيتريولين
٢ (الذى ينتج كذلك من الاحتراق الغير كامل للوقود والمواد كما يوجد بكمياتNO (مع الأكسجين لينتجثانى أكسيد النيتروجين
كبيرة بدخان السجائر ويتفاعل مع الدهون فى غشاء الخلية ،وكذلك فإنه يتفاعل مع سوبر أكسيد أنين معطيا بروكسيد النيتريت
الطليقة الدهنية الشقوق ـ٣تتميز الدهون بأنها أعلى المستويات اختزالا id-derived free radicalsوهو الأكثر خطورة والذى
من بين عناصر الجسم ، وبالتالى فهى عرضة اكثر من غيرها للتأكسد بشقوق الأكسجين والنيتروجين خاصة الدهون الغير مشبعه

Summarized by © lakhasly.com

بالجدر الخلوية وتحت الخلوية ، والميزة الأكثر خطورة للدهون هى تحولها فى ذاتها بعد ذلكلشقوق طليقة وهو ما يسمى بالأكسدة الفوقية للدهون كما هو موضح بالشكل (٢) ، وتشملهذه الشقوق شق الدهون الحر (●L) وبيروكسيد الدهون الحر (●LOO) والأخير يتفاعل مع الأكسجين فى وجود الحديد ليعطى شقالإيبوكسى الليليك . LOOH (وبيروكسيد الدهونالهيدروجينى الذى يؤكسدالشقوق سالفة الذكر ، ولكن ذلك يعطيها عمر أطول كثيرا (Peroxide Allylic Epoxy OLOO●,) بيروكسيد مسببا ضررا اكبر وفى دائرة أوسع من بؤرة حدوث الأكسدة خاصة للأحماض النووية منتجا طفرات .(٧٩)(٣٧)(٦٣)ويوضح الشكل التالى خطوات الأكسدة الفوقية للدهون وكيفية التخلص منها بمضادات الأكسدة المختلفة فى غشاء وسيتوبلازم الخلية .) فى وقف تفاعل السلسلة الجهنمية لأكسدة الدهون داخل الخليةويحولها إلى السيتوبلازم E ٥٣ (شكل) ٢ (حيث يستخدم فيتامين مرة أخرى لصورته الأولية النشطة ٢٤) (بمعنى ان العمليات E كشقوق دهنية غير ضارة ومن السيتوبلازم يعاد تجديد فيتامين التى تتم فى غشاء الخلية لها هدفان اساسيين ، الأول هو وقف التسلسل الجهنمى لشق البيروكسيد الدهنى المتكون من المرحلة السابقة ، والهدف الثانى هو تحويل هذا الشق الحر الى هيدروجين بيروكسيد الدهونوهو شكل آمن وتتم هذة العملية عن طريق لوقف هذا التسلسل الذى لا ينقطعولكنة يتحول فى ذاتة الى شق طليق يتم التخلص منة عن طرق تدخل فيتامين E تدخل فيتامين الوموجود فىسيتوبلازم الخلية الذى تتم بها عملية التخلص من الشقوق الطليقة التى تكونت عن طريق تفاعلات الجلوتاثايون C بروكسيدز المؤكسد والمختزل وغيرها من العناصر الموضحة بالشكل ليكون المحصلة النهائية من هذا التفاعل الماء وكحول والدهون الأمنة .شكل) ٣ (ويوضح الشكل) ٣ (المكونات المختلفة لغشاء الخلية مبينا الوريقة الخارجية بما فيها من وأهم هذه)(التركيبات المعرضة للأكسدة هى الدهون حيث أنها أكثرها اختزالا رغم أنالمكونات الأخرى معرضة للتلف أيضا ٥٤) (٧٧ الطليقة السموم شقوق ـ ٤معظم المواد السامة والمطفرات والمسرطنات الكيميائية Xenobiotic-derived free radicals. ويعض الأدوية تدخل جسم الإنسان من البيئة وتنقلب داخلة أثناء الأيض المعادل لسميتها إلى شقوق طليقة قد تدخل هذهوسوف نتناول المصادر المسببة فى تكوين تلك الشقوق الطليقة فى الجسم سواء كانت مصادر داخلية أو مصادر خارجية يتعرض لكثير داخلية Endogenous Sources:ـ منها الشخص الرياضى خلال الممارسة الرياضية وتلك المصادر موجزها فى الشكل التالى . سلسلة السيتوكروم اكسيديز الخاصة بالميتوكندرياوهى تعطى الشقوق الأكسجينية ●Mitochondrialمصادر ـ ١ الخاصة بالشبكةالإندوبلازمية وتعطى (P٤٥٠ Cytochrome (سلسله السيتوكروم بى ٤٥٠ ●Oxidases(Cytochrome جميع الشقوق الأكسجينية .● جسيمات الأكسدة الفوقية البروكسيسوم Peroxisome, (والذى يعطى بروكسيدالهيدروجين) ٢ (.● أنزيمات الأكسدة وإضافة الأكسجين وتعطى جميع شقوق الأكسجين والدهون مثلأنزيم أكسدة الزانثين والجلوكوز H٢O Polyamine Oxidase)Indole واحاديات وعديد الأمين الحامض الأمينىوالمؤكسد الزوجى للتريتوفان (Oxidase Glucose وكذلك أنزيمات الأكسدة التخليقية وتنتج (Dioxygenaseللتريبتوفان Tryptophan Dioxygenase (آمين والأندول (Amine جميعها بيروكسيد الهيدروجين وسوبراكسيدانين وشق الهيدروكسيل الحر وبيروكسيدات الدهون) Lipid HO●, ●–, O H٢O٢, خلايا الجهاز المناعى المنشطة وهى تنتج شقوق الأكسجين و حمض ●Peroxides:Activation Of Cells Of Immune تفاعلات ●System Utilize NADPH)(Auto oxidation Reactions,Oxidase)الهيبوكلورس (HOCL النيتريت وبيراكسيد الأكسدة الذاتية مثل الحديد والأدرينالين Fe٢+, Epinephrine) (e.g.,● التفاعلات المحفزة بالعناصر الانتقالية (Metals .Exogenous (●–O٢ (مثل الحديدوالنحاس والتى تحفز إنتاج شق الهيدروكسيل الحر و سوبر أكسيد الأنين (Transitional ارجية مصادر ـ ٢● دخان السجائر وهو يحتوى على الأربعة أنواع من الشقوق الطليقة سالفة الذكر .● استنشاق Sources المواد ذات الأكسدة والاختزال الرجعى مثل الميناديون ●. Hyperoxia الهواء المحتوى على الأكسجين بتركيز اكبر من الطبيعى (Adriamycin and ومضادات السرطان مثل (Drugs Herbicidal (والمضادات العشبية Menadioneصورة من فيتامين ك السموم والأدوية المؤكسدة ●. –Rays And X ـ (والميتوميسين الأدرياميسين● الأشعة المؤينة اكس – جاما (Mitomycin C ٤) (CCL ورباعى كلوريد الكربون (Paracetamol مثل الجرعات الكبيرة من البارسيتامول) أدوية للرشحوتخفيض الحرارة Rays (الأشعة فوق البنفسجية للشمس ●. P٤٥٠ Cytochrome وكذلك السمومالأدوية المحفزة لأنزيم السيتوكرم بى)٤٥٠ الحروق) الاحتراق (ونواتج الأكسدة ●Shock Heat ومن مصادرها الصناعية● ضربات الشمس والصدمات الحرارية (UV and Burns Burning Reactions● الفوقية للمواد الغذائية أثناء الطهى (السموم الشرهة لمجموعه السلفهيدريل Sulfhydryl Compounds (والتى تستهلك● الاحتراق غير الكامل للوقود والمواد العضوية Ignition Incomplete٥٣)(٤٥)(٤٦)

Summarized by © lakhasly.com

الجلوتاثيون تصنيع مثبطات ●وتنقسم مضار الشقوق الطليقة إ ثلاث أنواع هى ـ:ـ١ Inhibitors Of GSH Synthesis والذى يؤدى إلى طفرات تؤدى إلى موتالخلايا أو تسرطنها أو حدوث أمراض) (DNA الضرر الواقع على الحامض النووى المناعة الذاتية .ـ٣ الضرر الواقع على الدهون أو الأكسدة الفوقية للدهون وهى اخطر هذه الأضرار حيثينتج عنها شقوق طليقة ذات شراهة تفاعلية متواضعة تكسبها عمر أطول وانتشار أوسع ، وبالتالي ضرر أعم يشتمل على زيادة سيوله الجدر الخلوية وتطفر الحامض النووى وما يتبعة من موت الخلايا أو أمراض المناعة الذاتية أو السرطان(٧٢)(٧٠)(٥٣) .كما تسبب الشقوق الطليقة بعض ا ضار الأخرى نذكر منها ـ:ـ١ حدوث الأكسدة الفوقية للدهون فى جدر الخلايا والدم . ـ٢ تثبيط السلسلة ٣ تثبيط العديد من الأنزيمات مثل الصوديوم والبوتاسيوم على جدرـSodium-potassium-ATPaseالتنفسية للميتوكندريا الخلايا ـ ٤ فقد البروتينات لطبيعتها وتكون انتيجينات جديدة.ـ٥ طفرات الحامض النووى والتى تؤدى إلى موت الخلايا أو تسرطنهاـ٦ التثبيط التأكسدى لمجموعه كبيرة من المورثات مثل جين الأنسولين وجين إنزيم

Summarized by © lakhasly.com