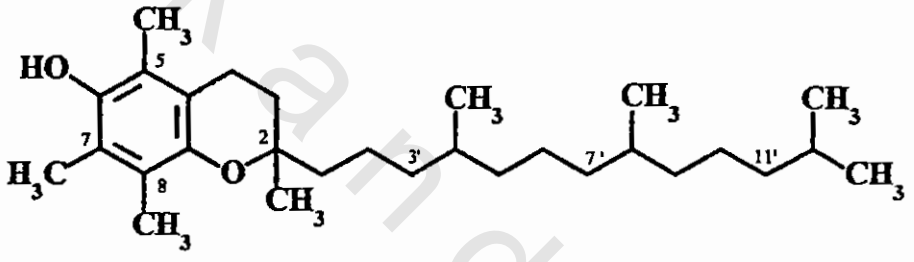
الفصل الرابع

فيتامين هـ Vitamin E

١- التركيب الكيميائي

فيتامين هـ ما هو إلا عبارة عن خليط من مجموعة من المركبات يطلق عليها التوكوفيرولات Tocopherols والتوكوترای إينولات Tocotrienols.



الألفا-توكوفيرول α-Tocopherol

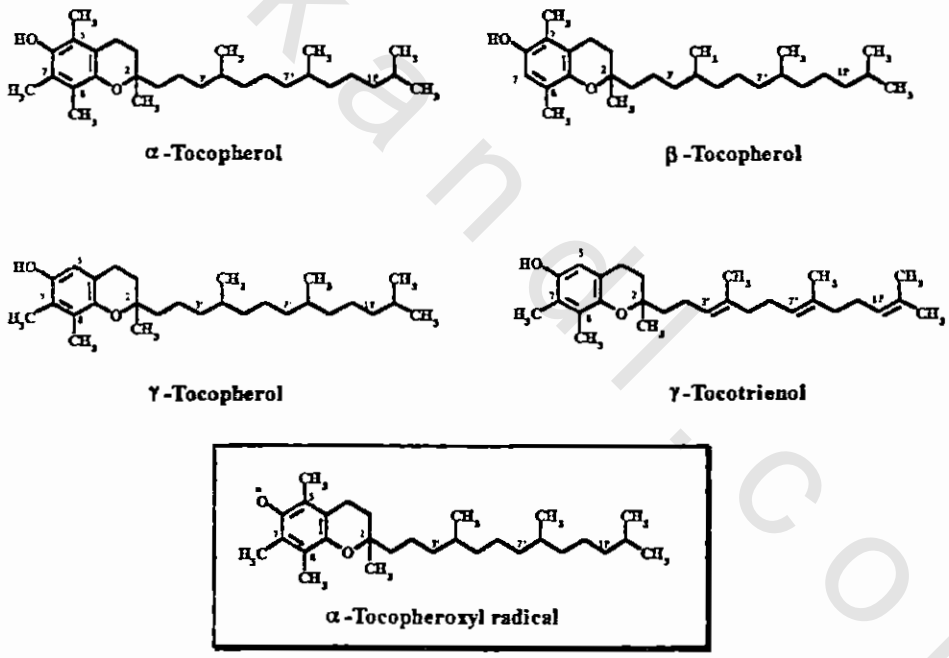
٢- الخواص والتفاعلات

المظهر: زيت أصفر Yellow oil، درجة الإنصهار MP ٢,٥-٣,٥°م، الذوبان: يذوب فيتامين هـ فى البنزين والكلوروفورم والإيثر والأسيتون والإيثانول، لا يذوب فى الماء . فيتامين هـ غير ثابت Labile تجاه كل من الحرارة والقلوى Alkali والأكسدة Oxidation والضوء Light (خصوصاً الأشعة فوق البنفسجية U.V)، ولكنه ثابت Stable تجاه الحمض Acid والاختزال Reduction.

٣- الصور النشطة

هناك مجموعتان من المركبات التى لها نشاط فيتامين هـ وهما التوكوفيرولات

Tocopherols والتوكوترای إينـولات Tocotrienols والتـى يطلـق عليهـا مجمـلاً مجموعة فيتامين هـ (شكل ٤-١). وتتباين صور فيتامين هـ Vitamers تبايناً كبـيراً فى نشاطها الحيوى؛ وذلك تبعاً لتركيبها الكيميائى. وتختلـف صـور فيتـامين هـ عـن بعضها البعض فى عدد مجاميع الميثايل المستبدلة على الحلقـة. فأقصـها نشـاطاً هـو الألفـا-توكوفيرول α-Tocopherol. وصـور فيتـامين هـ الأخـرى (خـلاف تلـك الصور) إما أن توجد فى المواد الغذائية بكميات ضئيلة جداً لدرجة يمكن إهمالها، أو لها نشاط فيتامينى ضعيف جداً لدرجة يمكن إهمالها أيضاً.



شكل (٤-١): صور فيتامين هـ Vitamers؛ التوكوفيرولات Tocopherols والتوكوترای‌إينولات Tocotrienols، وتركيب شق الألفا-توكوفيروكسيل α-Tocopheroxyl racdical

الألفا-توكوفيرول المخلق صناعياً ليس له نفس النشاط الحيوى لفيتامين هـ الموجود فى المصادر الطبيعية. والسبب فى هذا يعزى لوجود ثلاث مراكز غير متناسقة Asymmetry فى السلسلة الجانبية الداخلة فى تركيب الألفا-توكوفيرول، فعندما يُخلق بالطرق الكيميائية ينتج خليطاً من المشابهات المختلفة. فى الألفا-توكوفيرول α-Tocopherol الموجود طبيعياً، جميع مراكز عدم التناسق تكون فى الوضع الفراغى R (R-configuration). وعلى ذلك، يطلق على الألفا-توكوفيرول الطبيعى (all-R)- α-Tocopherol أو (RRR)- α-Tocopherol.

٤- الوظائف التمثيلية والفسيولوجية

لم يفهم الدور التمثيلى Metabolic role لفيتامين هـ فى الجسم بصورة جيدة إلا فى السنوات الأخيرة الماضية.

١) دور فيتامين هـ كعامل مضاد للأكسدة

الوظيفة الأساسية لفيتامين هـ هى أنه يعمل كعامل طبيعى مضاد للأكسدة Natural antioxxidant يحول دون (يمنع) الأكسدة غير الإنزيمية Nonenzymic oxidation للمكونات الخلوية Cellular components التى يدخل فى تركيبها الأحماض الدهنية غير المشبعة Unsaturated fatty acids خصوصاً الأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع Polyansaturated fatty acids (PUFAs)، حيث تتم أكسدة هذه الجزيئات بواسطة الأوكسجين الجزيئى Molecular oxygen والشقوق الحرة Free radicals (الشوارد). وهذا العامل الطبيعى المضاد للأكسدة (فيتامين هـ) يوجد بصورة طبيعية فى المصادر الغذائية المختلفة وله أهمية خاصة فى أماكن انتشاره ووجوده.

يتفاعل فيتامين هـ بسرعة كبيرة جداً مع الأوكسجين الجزيئى Molecular oxygen والشقوق الحرة Free radicals (الشوارد)، وبهذا يقوم بدور الكاسح (الكانس) Scavenger لهذه المركبات الضارة جداً (الشقوق الحرة)، وهو بذلك يحمى

الأحماض الدهنية غير المشبعة (خصوصا تلك الداخلة فى بناء الأغشية الحيوية) ضد تفاعلات الأكسدة Peroxidation reactions المدمرة والخطيرة للغاية.

فى أغشية الخلايا Cell membranes، يعمل فيتامين هـ كمضاد للأكسدة صائداً للشوارد (الشقوق الحرة) Radical-trapping antioxidant (يخمد سلسلة تفاعلات الشقوق الحرة). وهو بذلك له أهمية جليلة خاصة فى تحجيم (تحديد) الأضرار التى تحدث فى الأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع والناجمة عن الشقوق التأكسدية. والشقوق الحرة المتكونة من فيتامين هـ عادة ما تكون غير متفاعلة (نشطة) نسبياً Relatively unreactive (خاملة نسبياً)، وتستعاد الصورة النشطة من فيتامين هـ مرة أخرى خلال تفاعل تلك الشقوق الحرة مع فيتامين جـ (شكل ٤-٢).

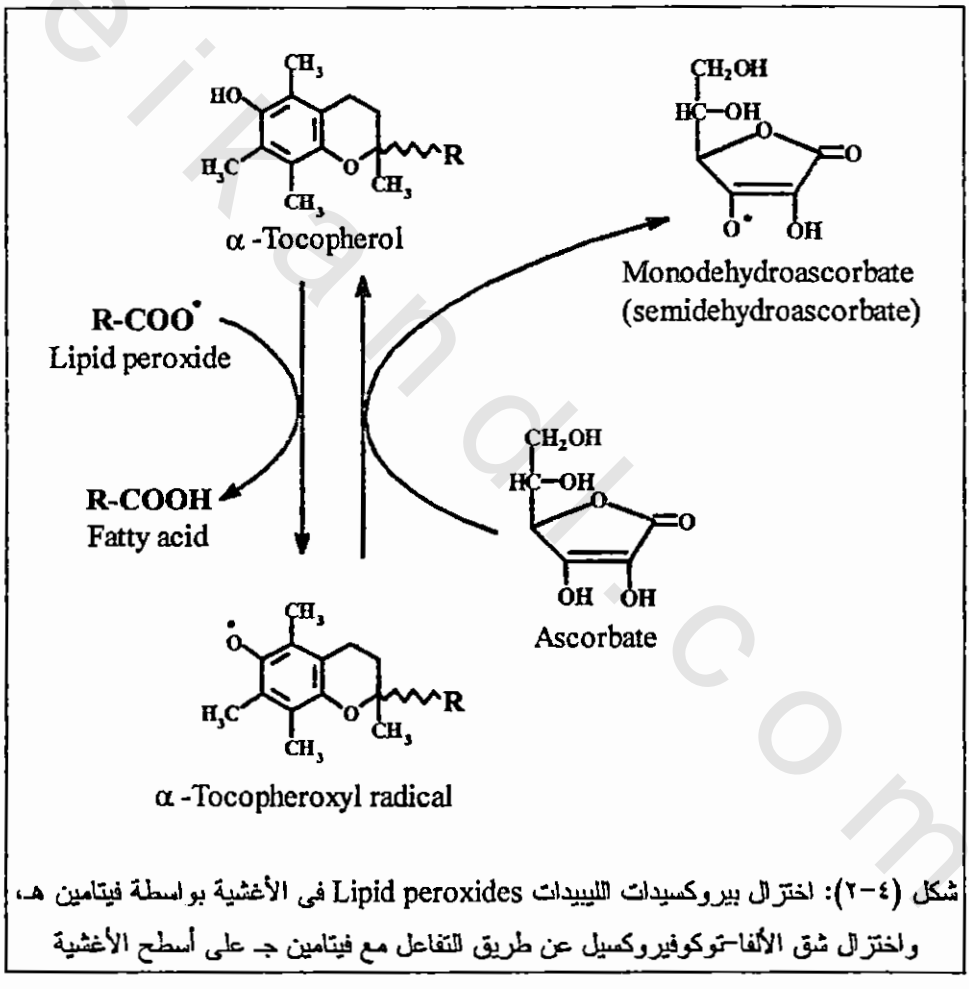
كما يعمل فيتامين هـ كمضاد للأكسدة فى تفاعلات هامة فى الجسم (تفاعلات نظم الأكسدة والاختزال Oxidation-reduction systems). وبذلك يلعب فيتامين هـ دوراً رئيسياً فى حماية خلايا الجسم من التفاعلات التأكسدية، ومن أبرز مهامه حماية كرات الدم الحمراء RBCs ضد التأكسد بأوكسجين الهواء الجوى ومنع حدوث تحلل ذاتى لها Hemolysis.

التوكوفيرولات حساسة جداً للأكسدة حيث تفقدها النشاط الحيوى، وتختلف فيما بينها من حيث قوتها كمضادات للأكسدة؛ والتى تعتمد على وجود مجموعة الهيدروكسيل الفينولية Phenolic hydroxyl group. فالجاما-توكوفيرول أقواها كمضاد للأكسدة، ثم يليه البيتا-توكوفيرول ثم الألفا-توكوفيرول. وهذا النشاط عكس قوتها كفيتامين، فالألفا-توكوفيرول أقصها نشاطاً والجاما-توكوفيرول أقلها نشاطاً.

ونظراً لخاصيته الليبوفيلية Lipophilic character (المحبة للدهون والكارهة للماء) فإنه يتراكم فى ليبوبروتينات الدم Blood lipoproteins والأغشية الخلوية Cellular membranes والترسبات الدهنية Fat deposits (الدهون المخزنة).

وفى النبات (خصوصاً البذور الزيتية) يقوم فيتامين هـ بنفس الدور (كمضاد للأكسدة)

فى حماية الأغشية الحية والأنظمة البيولوجية ضد التأكسد سواء فى الداخل *In vivo* (داخل الخلايا النباتية) أو الخارج *In vitro* (حماية الزيوت النباتية ضد التأكسد "التزنخ"). فوجود فيتامين هـ فى الزيوت النباتية يطيل فترة حفظها ضد التزنخ وذلك تبعاً لتركيزه بها. على هذا، يعتبر فيتامين هـ من أهم المواد الطبيعية المضادة للأكسدة مأمونة الاستعمال.



شكل (٤-٢): اختزال بيروكسيدات الليبيدات Lipid peroxides فى الأغشية بواسطة فيتامين هـ، واختزال شق الألفا-توكوفيروكسيل عن طريق التفاعل مع فيتامين جـ على أسطح الأغشية

٢) دور فيتامين هـ فى التنفس الخلوى

أتضح أن فيتامين هـ يلعب دوراً هاماً فى التنفس الخلوى Cellular respiration؛ إما عن طريق تثبيت معاون إنزيم كيو (Coenzyme Q) وجعله ثابتاً ومستقراً، أو عن طريق المعاونة على نقل الإلكترونات Electrons إلى معاون إنزيم كيو.

٣) دور فيتامين هـ فى تخليق الهيم

وأتضح أيضاً أن فيتامين هـ يساهم فى تخليق الهيم Heme synthesis وذلك عن طريق زيادة مستويات إنزيم γ–Aminolevulinic acid (ALA) synthetase وإنزيم ALA dehydrogenase.

وغالباً ما يعتقد أن معظم تلك التأثيرات ما هى إلا تأثير غير مباشر لفعالية فيتامين هـ كعامل مضاد للأكسدة وليس لاشتراكه كمعاون إنزيمى فى أى من التفاعلات البيوكيميائية. على سبيل المثال، الدور الهام لفيتامين هـ فى الإنسان هو منع أكسدة الليبوبروتينات منخفضة الكثافة Low density lipoproteins (LDL).

٤) فيتامين هـ والخصوبة

يلعب فيتامين هـ دوراً هاماً فى عمليات الإخصاب والتناسل بصفة عامة، ولهذا يسمى الفيتامين المضاد للعقم أو فيتامين الخصوبة. ونقصه يسبب العقم المؤقت (الرجعى أو العكسى) فى الإناث والعقم الدائم (غير الرجعى) فى الذكور.

هذا، ويختلف تأثير فيتامين هـ فى المحافظة على الخصوبة والتناسل باختلاف نوع الحيوان وجنسه (كما يتضح ذلك فى أعراض نقصه فى الحيوانات).

٥) فيتامين هـ والعضلات

يساهم فيتامين هـ فى المحافظة على سلامة تركيب ووظيفة العضلات.

٦) فيتامين هـ والجهاز العصبى

يساهم فيتامين هـ أيضاً فى المحافظة على سلامة تركيب ووظائف الجهاز العصبى.

٧) فيتامين هـ والنمو

بصفة عامة، يعتبر فيتامين هـ عاملاً هاماً فى النمو، ونقصه يسبب انخفاضاً وبطئاً فى النمو، وقد يرجع هذا لدوره الهام فى عمليات التمثيل الغذائى للأحماض النووية.

٥- نقص فيتامين هـ

نقص فيتامين هـ شائع الانتشار بين الأطفال المبسترين Premature infants، وظهوره فى البالغين عادة ما يرتبط بحدوث اضطرابات (خلل) فى امتصاص ونقل الفيتامين.

أعراض نقصه فى الإنسان تتضمن:-

١- حساسية خلايا الدم الحمراء للبيروكسيد Sensitivity of erythrocytes to peroxide.

٢- ظهور أغشية خلوية غير طبيعية Appearance of abnormal cellular membranes.

١) علاقة فيتامين هـ أنيميا تكسير خلايا الدم الحمراء

أحياناً يظهر مرض أنيميا تكسير خلايا الدم الحمراء Hemolytic anemia فى الأطفال المبسترين Premature infants الذين يتغذون على بدائل الألبان Formulas الفقيرة فى محتواها من فيتامين هـ. ويمكن معالجة مثل هذه الحالات بإضافة فيتامين هـ إلى غذائهم (التدعيم بفيتامين هـ).

وفى البالغين الذين يعانون من سوء امتصاص الدهون Fat malabsorption ينخفض لديهم فترة (زمن) بقاء خلايا الدم الحمراء حية Red blood cell survival time. ولهذا، من الضرورى تدعيم وجبات هؤلاء المرضى بفيتامين هـ. بالإضافة إلى ذلك، أثبتت الدراسات الحديثة أن تدعيم الوجبات الغذائية بما لا يقل عن مائة (١٠٠) ميللى جرام فيتامين هـ لكل يوم قد يخفض مخاطر أمراض القلب. وهذه الإضافات بالطبع أعلى بدرجة كبيرة جداً (حوالى عشرة أضعاف) عن

المخصص اليومى الموصى به من فيتامين هـ والجارى تطبيقها. كما أن هذا المقدار كبير جداً عما يمكن الحصول عليه من الوجبات المتزنة جداً Very well balanced diets.

٢) تأثير نقص فيتامين هـ على الخصوبة والتناسل

يتباين تأثير فيتامين هـ فى المحافظة على الخصوبة والتناسل تبايناً كبيراً فى الإنسان عنه فى الحيوان، كما يتباين أيضاً باختلاف نوع الحيوان وجنسه.

أ) فى الإنسان:- النقص الغذائى لفيتامين هـ غير معروف فى الإنسان، وإن كان المرضى بالحالات الحادة من سوء امتصاص الدهون Severe fat malabsorption والتليف المرارى Cystic fibrosis وبعض صور أمراض الكبد المزمنة وانخفاض البيتا-ليبوبروتين β-Lipoprotein فى البلازما (حالات نادرة جداً) يعانون من نقص فيتامين هـ. ويرجع ذلك إلى عدم مقدرتهم على امتصاص الفيتامين أو انتقاله خلال أجزاء الجسم. يعانى المرضى بهذا النقص من أضرار حادة فى الأغشية العصبية والعضلية.

الأطفال غير مكتملى النمو Premature infants (المولودون قبل أن يكتمل نموهم) معرضون للإصابة بنقص فيتامين هـ، وهذا لأنهم غالباً ما يولدوا بمخزون غير كافى من فيتامين هـ. فأغشية خلايا الدم الحمراء هؤلاء الأطفال تكون هشة وسهلة الكسر Fragile بصورة غير طبيعية. ويرجع ذلك إلى مهاجمة الشقوق التأكسدية Oxidative radical attack بلا رادع (لعدم وجود فيتامين هـ المضاد للأكسدة). وهذا بالطبع قد يؤدى إلى ظهور نوع معين من الأنيميا تسمى أنيميا تكسير خلايا الدم الحمراء Hemolytic anemia إذا لم يتناولوا ما يكفيهم من فيتامين هـ.

ب) فى حيوانات التجارب:- استنزاف فيتامين هـ من حيوانات التجارب قد يؤدى فى نهاية الأمر إلى العقم. ففى إناث الفئران Rats، تظهر أعراض النقص بسرعة وبصورة رجعية مقارنة بالذكور.

في الإناث:- نقص فيتامين هـ يؤثر على الأجنة وتكوينها، حيث تموت الأجنة تباعاً (عادة بعد تكوينها بثلاثة عشر يوماً) وتمتص في الرحم Resorption of fetus (في الفئران) ويفشل الحمل بعد ذلك. وتظل الحيوانات سليمة وتستعيد حملها الطبيعي إذا شفيت من هذا النقص. ويرجع السبب في هذا إلى ضمور الجهاز الدموي الذي يغذي الأجنة وقلة الأوعية الدموية، فتموت الأجنة بسبب حرمانها من الغذاء والأوكسجين. وإذا استمرت الحالة، تظهر أعراض أكثر خطورة والتي تتضمن حدوث تغييرات كبيرة حادة في الرحم خصوصاً الجدار العضلي، ويضطرب نظام الدورة الشهرية Disturbance of estrus cycle ولا تستطيع أن تحمل مرة ثانية حتى ولو شفيت من نقص فيتامين هـ.

في الذكور:- تبدأ الأعراض بحدوث تغيير في شكل وحركة الحيوانات المنوية، حيث تتجمع مع بعضها البعض مكونة كتل، وتفقد بذلك القدرة على التلقيح. ثم يتوقف إنتاج الحيوانات المنوية ، ثم تضمر الخصيتان ويقل وزنهما وتضمر (تنحل) أنسجتهما، وتكون النتيجة النهائية العقم الدائم.

بوجه عام، نقص فيتامين هـ يسبب ضمور (تفسخ وانحلال) Degeneration الأنسجة التناسلية.

٣) تأثير نقص فيتامين هـ على العضلات

عند نقص فيتامين هـ ينخفض الكرياتين Creatine في العضلات بدرجة كبيرة جداً، ويزداد إفرازه في البول (تسمى حالة زيادة الكرياتين في البول Creatinuria)، كما يلاحظ ظهور أحماض أمينية حرة (عدا الجليسين).

في الحيوانات (فئران Rats وكلاب Dogs وقرود Monkeys ودجاج Chickens) يحدث تشوه عضلي Muscular dystrophy. وفي الكلاب يحدث ضمور لعضلة القلب Myocardial degeneration.

٤) تأثير نقص فيتامين هـ على الجهاز العصبى

نقص فيتامين هـ فى الحيوانات يكون مصحوباً بضمور فى الجهاز العصبى يؤدى إلى شلل الأرجل الخلفية ثم يُتبع بشلل فى الأرجل الأمامية. وتختلف حالة هذا المرض باختلاف نوع الحيوان. هذا، وقد ثبت أن الأعراض العصبية Neurological symptoms التى تعقب نقص فيتامين هـ لفترات عصبية ترتبط ارتباطاً وثيقاً بأمراض سوء الامتصاص Malabsorption diseases.

٥) أعراض أخرى

نقص وبطؤ النمو، تتكرز فى الكبد Hepatic necrosis (فى الفئران)، Encephalomalacia (فى الدجاج)، ضمور فى الأوعية الدموية Vascular degeneration (فى الدجاج).

٦- سمية فيتامين هـ

فيتامين هـ مثل باقى الفيتامينات الذائبة فى الدهون، له سمية. ومع ذلك، فقد أتضح أنه أقل سمية عن تلك الفيتامينات. هذا، ولم تقرر أى حالة سمية لهذا الفيتامين على جرعات تبلغ ١٦٠٠ ميللى جرام لكل يوم أو أقل.

٧- امتصاص فيتامين هـ

امتصاص فيتامين هـ يلزمه وجود المسيلات المختلطة بأحماض الصفراء Bile acid-mixed micells (تساهم أحماض الصفراء فى امتصاص فيتامين هـ من الأمعاء؛ مثل باقى الفيتامينات الذائبة فى الدهون). والجرعات الصغيرة من فيتامين هـ المتناولة عن طريق الفم غالباً ما تمتص بالكامل. أما الجرعات الكبيرة، فإن جزءاً كبيراً منها يهرب (يفلت) من الامتصاص (أى لا يمتص) ويخرج مع البراز. فى الخلايا الطلائية المعوية، يدخل فيتامين هـ فى الكيلوميكرونات Chylomicrons ويغادر الأمعاء فى الليمف. هذا، وتعمل الزيوت المعدنية (مثل زيت البرافين) على تقليل امتصاصه.

٨- إفراز وإخراج فيتامين هـ

تفرز الكميات الزائدة من فيتامين هـ مع البراز، ويفرز القليل منه مع اللبن، ولا يفرز فى البول.

٩- تخزين فيتامين هـ

يخزن فيتامين هـ فى الجسم بدرجة محدودة، وأغلب تخزينه فى الكبد وتوجد كمية قليلة منه فى العضلات. كما تختلف الحيوانات عن بعضها البعض فى مقدرتها على التخزين، فالعجول مثلاً تخزن منه كميات لا بأس بها فى الكبد، أما الفئران Rats فتخزن منه كميات قليلة فى الكبد. والفئران لها مقدرة عالية جداً على الاحتفاظ بفيتامين هـ، لذلك تظهر أعراض نقصه فيها متأخرة مقارنة بالحيوانات الأخرى. وفيتامين هـ لا يخزن فى الأجنة، ولذلك تولد الأجنة وتحتوى على كميات ضئيلة جداً منه.

١٠- المتطلبات الغذائية من فيتامين هـ

الدراسات التى أجريت لتحديد المستويات التى يجب أن يوصى بها من فيتامين هـ قد جابهتها عواقب وعراقيل كثيرة، وهذا نظراً لصعوبة إحداث حالة النقص الحاد فى فيتامين هـ فى الإنسان. بوجه عام، يفترض أن مستويات فيتامين هـ فى الوجبات الغذائية الأمريكية مناسبة وتفى بالمتطلبات اليومية. وهذا لأنه لا توجد هناك أمراض نقص رئيسية لفيتامين هـ. ومع ذلك، تزداد الاحتياجات اليومية من فيتامين هـ بزيادة تناول الأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع Polyansaturated fatty acids (PUFAs). بينما الصيحة الجديدة فى علم التغذية تؤكد على أن الوجبات الغذائية العالية فى محتواها من الأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع High PUFA diets تعمل على خفض كولستيرول المصل Serum cholesterol. وهذا بالطبع قد يكون له أهمية كبيرة ومفيداً فى كبح جماح أمراض القلب والسيطرة عليها Controlling. ولكن لابد أن يؤخذ فى الاعتبار أن الأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع تميل لأن

تكون شقوق حرة عند تعرضها للأوكسجين. وهذا بالطبع قد يؤدى إلى زيادة مخاطر الإصابة بالسرطان. على ذلك، لابد من التبصر بحكمة فى مثل هذه الأمور، ولهذا يوصى بزيادة تناول فيتامين هـ فى الوجبات الغذائية العالية فى محتواها من الأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع.

لكن بوجه عام، المتطلبات اليومية من فيتامين هـ (RDA) بالنسبة للرجال هى ١٠ ميللى جرام ألفا-توكوفيرول وللنساء ٨ ميللى جرام ألفا-توكوفيرول.

١١- التعبير عن القيمة الغذائية لفيتامين هـ

توجد مجموعة فيتامين هـ بصورة طبيعية فى المواد الغذائية على هيئة خليط من المركبات وثيقة الصلة التركيبية بعضها ببعض والتى يطلق عليها التوكوفيرولات Tocopherols والتوكوترای إينولات Tocotrienols. والألفا-توكوفيرول هو أكثر هذه المركبات فعالية ونشاطاً، ويستخدم أيضاً كمقياس لفاعلية هذا الفيتامين.

عادة ما يعبر عن القيمة الغذائية لفيتامين هـ بالوحدات الدولية والوحدات الوزنية (ميللى جرام mg). فميللى جرام واحد من d-α-Tocopherol يكافئ ١,٤٩ وحدة دولية واحدة. والميللى جرام الواحد من dl-α-Tocopherol acetate يكافئ وحدة دولية واحدة.

ويعبر عن المتناول من فيتامين هـ Vit.E intake بعدد ميللى جرامات مكافئات الألفا-توكوفيرول، ويحسب من المعادلة التالية:-

عدد ميللى جرامات مكافئات الألفا-توكوفيرول = ميللى جرامات الألفا-توكوفيرول
+ ٠,٥ × ميللى جرامات البيتا-توكوفيرول
+ ٠,١ × ميللى جرامات الجاما-توكوفيرول
+ ٠,٣ × ميللى جرامات الألفا-توكوترای إينوال α-Tocotrienol

وغالباً ما يهمل نشاط صور فيتامين هـ الأخرى (خلاف تلك الصور) وهذا لأن

نشاطها الفيتامينى ضعيف جداً، كما أنها توجد فى المواد الغذائية بكميات ضئيلة جداً.

١٢- المصادر الغذائية

توجد مجموعة فيتامين هـ فى المصادر النباتية بكثرة وبقلة فى الأنسجة الحيوانية. وتعتبر الزيوت النباتية (خصوصاً زيوت الخضراوات Vegetable oils) أغنى المصادر الغذائية النباتية لفيتامين هـ (٥٠-٣٠٠ ميللى جرام/١٠٠ جرام). والزيوت النباتية الغنية بفيتامين هـ على الترتيب هى: زيت جنين القمح Wheat germ oil وزيت الذرة Corn oil وزيت النخيل الأحمر Red palm oil وزيت فول الصويا Soya bean oil وزيت بذرة القطن Cottonseed oil وزيت الفول السودانى Peanut oil ومسحوق جنين القمح وزيت بذرة الكتان Flax seed oil.

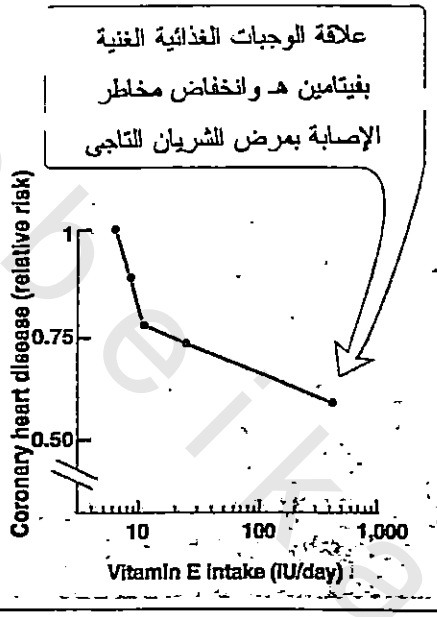
كما ينتشر فيتامين هـ فى الكثير من الخضراوات الورقية مثل السبانخ والكرنب والبقدونس. الزيوت المتزنخة تفقده نشاطه. هذا، ويوجد فيتامين هـ بتركيز منخفض فى الكبد والبيض، وينعدم وجوده فى الدهون الحيوانية مثل زيت كبد الحوت.

١٣- الأدلة السريرية (الإكلينيكية) لفيتامين هـ

أظهرت نتائج الأبحاث الحديثة أن فيتامين هـ يلعب دوراً وقائياً ضد الإصابة بمرض الشريان التاجى Cornonary heart disease (شكل ٤-٣). إن المداومة على تناول ٤٠٠ وحدة دولية من فيتامين هـ (RDA لفيتامين هـ تعادل ١٥ وحدة دولية) يومياً ولمدة أكثر من سنتين تقلل نسبة الإصابة بالأزمات (النوبات) القلبية Heart attack بحوالى ٤٠٪ نسبة إلى الأشخاص الذين لا يتناولون هذه الإضافات.

ففيتامين هـ كعامل مضاد للأكسدة يحول دون أكسدة الليبوبروتينات منخفضة الكثافة LDL، والتى يعتقد أن تأكسدها (الليبوبروتينات منخفضة الكثافة المتأكسدة Oxidized LDL) تزيد (تحث) أمراض القلب والشرايين.

هذا، وفيتامين هـ يعمل بالتعاون مع فيتامين جـ والبيتا-كاروتين على تأخير (إبطاء) Delay اجتياح المياه البيضاء فى العين.



شكل (٤-٣): الدور الوقائي لفيتامين هـ وتأثيره على الخطورة النسبية Relative risk للإصابة بمرض الشريان التاجى Cornonary heart disease. والنتائج لم تبين السبب فى ذلك، ولكنها تبرز أهمية الإضافات الغذائية من فيتامين هـ.

obeikandl.com