# الفصل الأول

## مكونات الأغذية
## FOODS CONSTITUENTS

إن معرفة مكونات الأغذية المختلفة يعد أمرًا مهمًا من الوجهة الغذائية أو التغذوية، وبخاصة عند تخطيط وجبات غذائية متكاملة (متوازنة) للفئات المختلفة أو خلال مراحل العمر المختلفة. وتختلف الأغذية في مكوناتها من حيث الكمية والنوعية، وذلك تبعًا لمصادرها وظروف تخزينها والمعاملات التصنيعية التي تتعرض لها. وبشكل عام يمكن تقسيم مكونات الأغذية تبعًا لنسبتها في المادة الغذائية إلى الآتي:

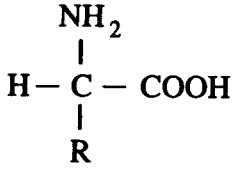
أولاً: مكونات الأغذية الرئيسة: وتشمل البروتينات والكربوهيدرات والدهون والماء.

ثانيًا: مكونات الأغذية الصغرى: وتشمل المعادن والفيتامينات والأنزيمات والأحماض العضوية ومركبات الطعم والنكهة ومضادات الأكسدة والصبغات والمستحلبات والمؤكسدات وغيرها. ويطلق على مكونات الأغذية التي يحتاجها الإنسان يوميًا بكميات محددة في الوجبة الغذائية مصطلح العناصر الغذائية أو المغذيات (Nutrients) وهي تشمل: البروتينات والكربوهيدرات والدهون والفيتامينات والمعادن والماء. وهذه المكونات ضرورية لإنتاج الطاقة والنمو وإصلاح الأنسجة التالفة وتنظيم التفاعلات الكيميوحيوية داخل الجسم.

### ١,١ البروتينات Proteins

تتألف البروتينات من وحدات بنائية هي الأحماض الأمينية (Amino Acids)

مرتبطة مع بعضها بروابط ببتيدية (Peptide Bonds) في صورة سلسلة. وتحتوي الأحماض الأمينية على الكربون (C) والهيدروجين (H) والأكسجين (O)



والنيتروجين (N) علاوة على احتواء بعض الأحماض الأمينية على الكبريت Sulfur (S). تتميز جميع الأحماض الأمينية بأن ذرة الكربون الوسطية متصلة بمجموعة أمين ($NH_2$) ومجموعة حمض Acid group (COOH) ومجموعة هيدروجين (H) وسلسلة جانبية (R) تختلف في تركيبها من حمض أميني إلى آخر. تشكل البروتينات حوالي ١٦٪ من وزن جسم الشخص النحيف (Lean Individual) وتتميز بأن لها وزنًا جزيئيًا مرتفعًا يصل إلى مليون واحد مقارنة بالكربوهيدرات (الجلوكوز) الذي يقدر وزنه الجزيئي بحوالي ١٨٠. تقسم الأحماض الأمينية التي تدخل في تركيب البروتينات الغذائية إلى مجموعتين هما:

**المجموعة الأولى: الأحماض الأمينية الأساسية (EAA) وهي تشتمل على:**

١ - ليسين (Lysine) ٢ - ليوسين (Leucine) ٣ - أيزوليوسين (Isoleucine) ٤ - ميثيونين (Methionine) ٥ - هستدين (Histidine) - أساسي للرضع ٦ - ثريونين (Threonine) ٧ - تربتوفان (Tryptophan) ٨ - فالين (Valine) ٩- فينيل ألانين (Phenylalnine)

**المجموعة الثانية: الأحماض الأمينية غير الأساسية (NEAA) وهي تشتمل على:**

١ - أرجنين (Arginine) ٢ - ألانين (Alanine) ٣- حمض الأسبارتيك (Aspartic Acid) ٤ - حمض الجلوتاميك (Glutamic Acid) ٥ - أسبارجين (Asparagin) ٦ - سيستئين (سيستين) - أساسي جزئيا ٧ - جلوتامين (Glutamine) ٨ - برولين

(Prolioe) ٩ - جليسين (Glycine) ١٠ - تيروسين(Tyrosine) - أساسي جزئيا
١١ - سيرين (Serine)

## تصنيف البروتينات (Classification of Proteins)

تصنف البروتينات تغذويًا إلى مجموعتين رئيستين هما :

### البروتينابت المرتفعة القيمة الحيوية (High Biological Value Proteins)

هي البروتينات التي تحتوي على كميات وافرة من الأحماض الأمينية الأساسية[Essential Amino Acids(EAA) ] اللازمة لعمليات النمو وإصلاح أنسجة الجسم التالفة، وهي تشمل جميع البروتينات الحيوانية فيما عدا الجيلاتين (Gelatin) مثل؛ بروتينات البيض والأسماك والدواجن واللحوم الحمراء والحليب. وتتميز البروتينات المرتفعة القيمة الحيوية بالآتي :

١ - تستطيع أن تقوم بجميع وظائفها داخل الجسم خصوصًا عمليات النمو وإصلاح الأنسجة التالفة عندما يعتمد عليها الشخص كمصدر وحيد للبروتين في غذائه.

٢ - تكون مؤشرات القيمة الحيوية (جودة البروتين) لهذه البروتينات مرتفعة مثل الـ NPU والـ PER كما هو موضح فيما يأتي :

| المادة الغذائية | صافي الاستفادة من البروتين Net Protein Utilization (NPU) | نسبة كفاءة البروتين Protein Efficency Ratio (PER) |
|---|---|---|
| البيض (الكامل) | ١٠٠ | ٣,٩٢ |
| حليب البقر | ٧٥ | ٣,٠٩ |
| لحم السمك | ٨٣ | ٣,٥٥ |
| لحم البقر | ٨٠ | ٢,٣ |
| فول الصويا | ٦٥ | ٢,٣٢ |
| الذرة | ٥٦ | - |
| الأرز | ٦٧ | - |
| القمح الكامل | ٥٣ | ١,٥٣ |
| البازلاء | ٤٧ | ١,٧٥ |

٣ - تطلق عليها أحيانًا البروتينات الكاملة أو البروتينات مرتفعة الجودة؛ لأنها تحتوي على كميات من الأحماض الأمينية الأساسية التي تكفي لتأمين احتياجات الجسم.

٤ - تتميز بسهولة هضمها داخل الجهاز الهضمي للإنسان.

٥ - لا يستطيع جسم الإنسان تصنيع الأحماض الأمينية الأساسية التي يحتاجها بكميات تكفي لتأمين احتياجات الجسم منها (تدخل في تركيب البروتينات المرتفعة القيمة الحيوية)، لهذا فمن الضروري أن يتناول الشخص الأغذية الغنية بهذه الأحماض مثل الأغذية الحيوانية.

٦ - تستخدم منظمة الأغذية والزراعة (FAO) بروتين البيض كبروتين مرجعي (قياسي) عند تقدير جودة البروتينات؛ نظرًا لأن قيمته الحيوية(BV) تساوي ١٠٠.

**البروتينات المنخفضة القيمة الحيوية (Low Biological Value Protein)**

هي البروتينات التي لا تحتوي على كميات وافرة لواحد أو أكثر من الأحماض الأمينية الأساسية (EAA)، أي لا تكفي لتأمين احتياجات الجسم اللازمة لنمو الأنسجة وإصلاح التالف منها. وتشمل البروتينات المنخفضة القيمة الحيوية جميع البروتينات النباتية مثل؛ بروتينات الحبوب، والبقوليات، والبذور، والخضراوات. ويمكن حصر مميزات البروتينات المنخفضة القيمة الحيوية في الآتي:

١- لا تستطيع أن تقوم بعملية النمو وإصلاح أنسجة الجسم التالفة إذا اعتمد عليها الشخص كمصدر وحيد للبروتين في غذائه، فيما عدا الحالات التي يتم فيها خلط البروتينات النباتية المكمل بعضها لبعض في الأحماض الأمينية الأساسية الناقصة.

٢ - تكون مؤشرات القيمة الحيوية (الـ PER وNPU وBV والحمض الأميني الحدي وCS وغيرها) لهذه البروتينات منخفضة مقارنة بمؤشرات القيمة الحيوية للبروتينات مرتفعة الجودة، كما هو موضح آنفًا.

٣ - يؤدي مزج البروتينات المنخفضة القيمة الحيوية (البروتينات النباتية) مع البروتينات المرتفعة القيمة الحيوية (البروتينات الحيوانية) إلى رفع كمية الحمض أو الأحماض الأمينية الأساسية الناقصة في البروتين الأول مما يجعله قادراً على تصنيع البروتينات داخل الجسم. ولقد أشارت الدراسات إلى أن الأشخاص البالغين يجب أن يحصلوا على ١١٪ من احتياجاتهم من البروتين من الأحماض الأمينية الأساسية، بينما يجب أن يحصل الأطفال الرضع وأطفال ما قبل سن المدرسة على حوالي ٣٥-٤٥٪ من احتياجاتهم من البروتين من الأحماض الأمينية الأساسية.

وفيما يلي أمثلة على بعض الأغذية التكميلية التي يوصى بخلط بعضها مع بعض عند تخطيط الوجبات الغذائية؛ وذلك لتعويض الأحماض الأمينية الناقصة في أي منها:

| | | |
|---|---|---|
| (أ) الحبوب كالأرز والقمح | + | البقوليات كالبازلاء والعدس |
| (الأحماض الحدية: الليسين والثريونين) | | (الحمض الحدي: الميثونين) |
| (ب) البذور كالسمسم | + | البقوليات كالبازلاء والعدس |
| (الحمض الحدي: الليسين) | | (الحمض الحدي: الميثونين) |
| (جـ) المكسرات كاللوز | + | البقوليات كفول الصويا |
| (الحمض الحدي: الليسين) | | (الحمض الحدي: الميثونين) |
| (د) الخضراوات كالبطاطس | + | البقوليات أو البذور |
| (الحمض الحدي: الميثونين) | | (انظر أعلاه) |
| (هـ) الذرة (Corn) | + | البقوليات كالبازلاء أو الفاصوليا المنقطة |
| (الحمض الحدي: التربتوفان والليسين) | | (الحمض الحدي: الميثونين) |

## وظائف البروتينات الفسيولوجية (Physiological Functions of Proteins)

تؤدي البروتينات وظائف حيوية مهمة في جسم الإنسان كما هو موضح في جدول رقم (١, ١).

**جدول رقم (١ , ١): دور البروتينات في التغذية.**

| | |
|---|---|
| *** مصدر للطاقة:** | يستخدم الجسم البروتينات مصدرًا ثانويًا للطاقة في حالة نقص تناول الكربوهيدرات والدهون في الوجبة الغذائية (جرام واحد بروتين يحتوي على أربع سعرات). إلا أن استعمال الجسم للبروتين كمصدر للطاقة يرهق الكليتين وغير مجد من الوجهة الاقتصادية. |
| *** تصنيع مكونات الجسم الحيوية:** | تتألف جميع أنسجة وأعضاء الجسم من البروتينات، ومنها العظام والعضلات والأسنان والجلد والأظافر والشعر وكرات الدم ونخاع العظام والبروتينات الناقلة في الدم والليبوبروتينات والصبغات. |
| *** المحافظة على رقم الـ pH:** | تتميز الأحماض الأمينية (البروتينات) باحتوائها على مجموعة حمض (COOH) ومجموعة قاعدة ($NH_2$) مما يمكنها من المحافظة على الرقم الهيدروجيني المتعادل في سوائل الجسم (pH = ٧,٣٥-٧,٤٥، قلوي خفيف)؛ أي أن البروتينات تنظم تركيز أيونات الهيدروجين الحرة في الدم عن طريق منحها أو تقبلها (سحبها) لهذه الأيونات من الدم. |
| *** إمداد الجسم بالجلوكوز:** | تستفيد بعض أنسجة الجسم كالدماغ والجهاز العصبي وكرات الدم الحمراء فقط من الطاقة الناتجة من أيض الجلوكوز، لهذا ففي حالة نقص كمية الكربوهيدرات (الجلوكوز) في الدم يقوم الكبد والكليتان بتحويل بعض الأحماض الأمينية إلى جلوكوز عن طريق عملية تسمى الجليكونيوجينيسس (Gluconeogenesis). |
| *** تصنيع الهرمونات والإنزيمات:** | إن الإنزيمات وبعض الهرمونات الموجودة في الجسم والضرورية لتنظيم الوظائف الحيوية وتنشيط التفاعلات الكيميائية داخل الجسم مركبات بروتينية ومثالها هرمون الأنسولين وهرمونات الغدة الدرقية (الثيروكسين). |
| *** الحماية من الأمراض والالتهابات:** | يدخل البروتين في تكوين الجهاز المناعي (Immune System) للإنسان، كما أن الأجسام المضادة Antibodies (β–lymphocytes) التي تهاجم الأجسام الغريبة التي تدخل الجسم عبارة عن بروتينات. |
| *** المحافظة على توازن السوائل:** | تساعد بروتينات الدم (الألبيومين والجلوبيولين) في المحافظة على توازن السوائل في الجسم (داخل الخلايا وخارجها). حيث تعمل البروتينات الموجودة في الأوعية الدموية على سحب السوائل والماء من داخل خلايا الجسم وأنسجته، وهذا ما يعرف باسم Osmotic pressure. لهذا فإن الإقلال من تناول البروتينات في الوجبة الغذائية يؤدي إلى انخفاض تركيز البروتينات في مجرى الدم (Bloodstream) وبذلك لا يمكن سحب الماء من الخلايا إلى الأوعية الدموية، مما يؤدي إلى تورم الأنسجة والإصابة بالإديما (Edema). |

**احتياجات البروتين اليومية (Daily Needs for Protein)**

لقد تم تحديد كميات البروتين التي يحتاجها الشخص بناء على كميات النيتروجين المفقودة مع البول والبراز والعرق، بالإضافة إلى كميات النيتروجين اللازمة لنمو الأنسجة وصيانة التالف منها.

هناك طريقتان للتعبير عن احتياجات الشخص من البروتين هما:

١ - كنسبة مئوية إجمالي احتياجات الطاقة الكلية.

يوصى أن تزود البروتينات حوالي ١٢٪ من إجمالي الطاقة اليومية المتناولة.

٢ - كجرام لكل كيلوجرام من وزن الجسم.

(أ) ٠,٨ جرام/ كيلوجرام من وزن الشخص البالغ السليم (أمريكا)

(ب) ٠,٨٦ جرام/ كيلوجرام من وزن الشخص البالغ السليم (كندا)

وفيما يلي المقررات الغذائية المقترحة (RDA) من قبل هيئة الغذاء والتغذية في مجلس البحث الوطني الأمريكي (FNB/NRC) (١٩٨٩م) للبروتينات مرتفعة الجودة (NPU أكثر من ٧٠):

| | | |
|---|---|---|
| ١ - **الرضع** | (الولادة - ٥ شهور) | : ٢,٢ جرام بروتين لكل كيلو جرام من وزن الجسم |
| | (٦ شهور - ١ سنة) | : ١,٦ جرام بروتين لكل كيلو جرام من وزن الجسم |
| ٢ - **الأطفال** | (١-٣سنوات) | : ١,٢٣ جرام بروتين لكل كيلو جرام من وزن الجسم |
| | (٤-٦ سنوات) | : ١,٢ جرام بروتين لكل كيلو جرام من وزن الجسم |
| | (٧ - ١٠ سنوات) | : جرام واحد بروتين لكل كيلو جرام من وزن الجسم |
| ٣ - **المراهقون** | (١١-١٨سنة) | : جرام واحد بروتين لكل كيلو جرام من وزن الجسم |
| ٤ - **البالغون** | (١٩-٥٠ سنة) | : ٠,٨ جرام بروتين لكل كيلو جرام من وزن الجسم |
| ٥ - **المسنون** | (+٥١ سنة) | : ٠,٨٢ جرام بروتين لكل كيلو جرام من وزن الجسم |
| ٦ - **المرهقات** | (١١-١٤ سنة) | : جرام واحد بروتين لكل كيلو جرام من وزن الجسم |
| | (١٥ - ١٨ سنة) | : ٠,٨ جرام بروتين لكل كيلو جرام من وزن الجسم |
| ٧ - **المسنات** | (+٥١ سنة) | : ٠,٨ جرام بروتين لكل كيلو جرام من وزن الجسم |
| ٨ - **الحوامل** | | : ٦٠ جرامًا بروتين يوميًا |

٩ - **المرضعات** (١ - ٦ شهور) : ٦٥ جرامًا بروتين يوميًا

(٦ - ١٢ شهرًا) : ٦٢ جرامًا بروتين يوميًا

**مصادر البروتينات (Dietary Sources of Proteins)**

توجد البروتينات بكثرة في مجموعة واسعة من الأغذية الحيوانية والنباتية كما هو موضح فيما يأتي.

* ***التونة المعلبة في الماء*** : تحتوي البروتينات على حوالي ٩٠٪ من إجمالي محتواها من الطاقة.
* ***الدجاج (الصدر، منزوع الجلد)*** : تحتوي البروتينات على حوالي ٧٠٪ من إجمالي محتواها من الطاقة.
* ***البقري الصافي والسالمون وجبن الكوتاج منخفض الدهن*** : تحتوي البروتينات على حوالي ٥٠٪ من إجمالي محتواها من الطاقة.
* ***الحليب (٢٪ دهن) والبيض وجبن الكوتاج*** : تحتوي البروتينات على حوالي ٣٠٪ من إجمالي محتواها من الطاقة.
* ***المكسرات والفاصوليا*** : تحتوي البروتينات على حوالي ٢٠٪ من إجمالي محتواها من الطاقة.
* ***الخبز والبطاطس المخبوزة وأصابع البطاطس*** : تحتوي البروتينات على حوالي ١٠٪ من إجمالي محتواها من الطاقة.
* ***شرائح اللدة*** : تحتوي البروتينات على أقل من ٥٪ من إجمالي محتواها من الطاقة.

## ١,٢ الكربوهيدرات (Carbohydrates)

الكربوهيدرات مركبات عضوية مؤلفة من الكربون والهيدروجين والأكسجين بنسبة ١ : ٢ : ١ على التوالي. والصيغة العامة للكربوهيدرات هي $(CH_2O)_n$. تستهلك النباتات ثاني أكسيد الكربون من الهواء، والماء من التربة، والطاقة من الشمس لإنتاج الكربوهيدرات التي نتناولها في طعامنا كما هو موضح فيما يأتي:

$$6CO_2 + 6H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

إن السبب الرئيسى لتناول الإنسان للكربوهيدرات هو الحصول على الجلوكوز اللازم لإنتاج الطاقة داخل الجسم. وتؤدي قلة تناول الكربوهيدرات في الجسم - أقل من ٥٠-١٠٠ جرام يوميًا - إلى قيام الكبد والكُليتين بتصنيع الجلوكوز من بروتينات الجسم - الأحماض الأمينية المكونة لأعضاء الجسم المختلفة- كما أن قلة تناول الكربوهيدرات يثبط من كفاءة عملية أيض الدهون بواسطة الكبد وحدوث الكيتوسيس (Ketosis). وتمتاز الكربوهيدرات بسرعة أيضها وامتصاصها داخل الجسم، كما أنها تتوافر بكميات كبيرة في الطبيعة.

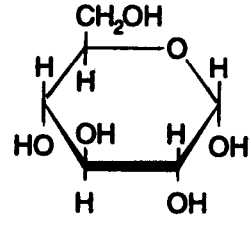
## تصنيف الكربوهيدرات (Classification of Carbohydrates)

تصنف الكربوهيدرات إلى ثلاث مجموعات رئيسة هي:

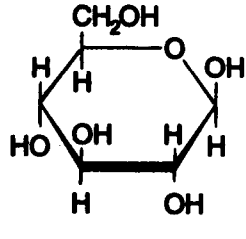
### الكربوهيدرات الأحادية (Monosaccharides)

**١ - الجلوكوز:**

(أ) يعد السكر الرئيسي في الوجبة الغذائية.
(ب) يسمى سكر الدم أو سكر العنب أو الدكستروز.
(جـ) يتألف من وحدة واحدة من الجلوكوز.
(د) يستفيد الجسم فقط من المشابه د للجلوكوز D–Isomer of Glucose
(هـ) يتوافر بكثرة في الفواكه والعسل والحبوب والنشويات والحبوب والخضروات.
(و) يعد التحلل الماء للنشويات الغذائية Dietary Starch المصدر الرئيسى للجلوكوز.




بيتا-جلوكوز




ألفا-جلوكوز

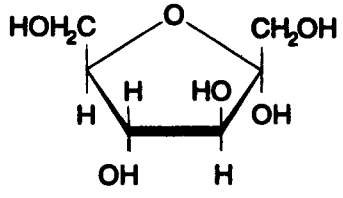
**٢ - الفركتوز:**

(ا) يطلق عليه اسم سكر الفاكهة أو الليفولوز (Levulose).

(ب) يوجد بكميات كبيرة في الفواكه والعسل والـ (Saps) والتوت.

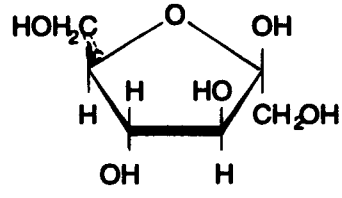
(جـ) يضاف محلول الذرة السكري الغني بالفركتوز (HFCS) High (Fructose Corn Syrup) إلى كثير من الأغذية المصنعة كالمشروبات الغازية والمحليات المجمدة (Frozen Desserts).

(د) يتحول الفركتوز داخل الكبد إلى جلوكوز (أحيانًا إلى جليكوجين أو حمض لاكتيك أو دهن).




α-D-Fructose

ألفا-فركتوز




β-D-Fructose

بيتا-فركتوز

**٣ - الجالاكتوز:**

(ا) يدخل في تركيب سكر اللاكتوز (Lactose) الثنائي.

(ب) يعتبر في المرتبة الأخيرة من حيث أهميته الغذائية للإنسان.

(جـ) لا يوجد بكثرة في صورة حرة في الطبيعة ولكنه يوجد مرتبطًا مع الجلوكوز في صورة لاكتوز.

(د) يتحول في الكبد (بعد الامتصاص) إلى سكر الجلوكوز أو إلى جليكوجين يخزن في الكبد والعضلات.

**٤ - الريبوز:**

(ا) يتألف من خمس ذرات كربون (سكر خماسي)، ولا يعد مصدرًا للطاقة الغذائية التي يحصل عليها الإنسان من الطعام.

(ب) أحد مكونات الأحماض النووية وفيتامين ب٢ وسيتوبلازم الخلية .

**٥ - السوربيتول (Sorbitol) والمانيتول (Mannitol) :**

وهذان السكران يستخدمان حديثًا في تصنيع بعض المنتجات الغذائية .

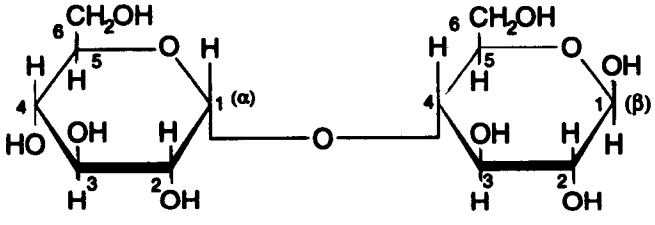
**الكربوهيدرات الثنائية Disaccharides**

**١ - المالتوز :**

(ا) يتألف من وحدتين من الجلوكوز متصلتين بواسطة الرابطة الجليكوزيدية ألفا (Alpha bond) .

(ب) يسمى أحيانًا سكر الشعير (Malt Sugar) .

(جـ) يوجد بوفرة في الحبوب النامية (Germinatin grains) (الأجنة النامية) وكذلك في الجهاز الهضمي للإنسان نتيجة للتحلل المائي للنشويات بواسطة انزيم بيتا أميليز β-Amylase .




**Beta-Maltose**

**بيتا - مالتوز**

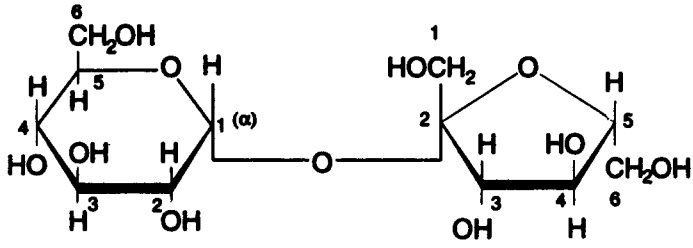
**٢ - السكروز :**

(ا) يسمى أحيانًا سكر المائدة أو القصب أو البنجر .

(ب) يتألف من وحدتين من السكريات الأحادية هما الفركتوز والجلوكوز .

(جـ) يعتبر من أكثر السكريات التي يتناولها الإنسان ، وكذلك المستعملة في تصنيع المنتجات الغذائية .

(د) يتم الحصول عليه من النباتات فقط ، كالبنجر والقصب والأناناس وغيرها .



Alpha – Sucrose

ألفا ـ سكروز

(هـ) يتم تكرير السكروز لإنتاج السكر الأبيض والبني المتوافرين بكثرة في المحلات التجارية .

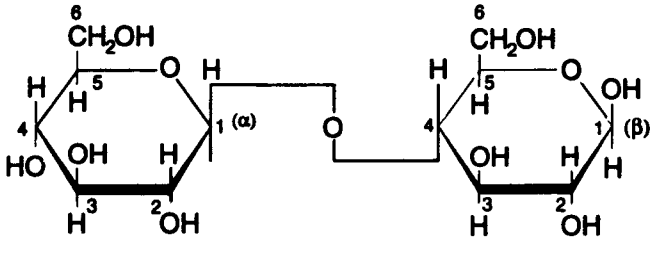
## ٣ - اللاكتوز:

(ا) يتألف من وحدتين من الجالاكتوز والجلوكوز .

(ب) يسمى أحيانًا سكر الحليب (Milk Sugar) لأنه يوجد فقط في منتجات الحليب .

(جـ) يؤمن سكر اللاكتوز حوالي ٣٠-٥٠٪ من الطاقة الموجودة في الحليب .

(د) لا يستطيع بعض الناس هضم اللاكتوز في الجهاز الهضمي لنقص في إفراز أنزيم اللاكتيز مما يسبب تكون الغازات وانتفاخ البطن والتشنج (Cramping) والمغص والشعور بالضيق (Discomfort) وغيرها .



Beta – Lactose

بيتا ـ لاكتوز

## الكربوهيدرات المعقدة Complex carbohydrates

### ١ - الكربوهيدرات المتوسطة Oligosaccharides

(ا) تتألف من ثلاث إلى عشر وحدات من السكريات الأحادية.

(ب) هناك نوعان من السكريات المتوسطة المهمة من الناحية التغذوية هما: الرافينوز Raffinose (يتألف من جالاكتوز - جلوكوز - فركتوز) والاستاشيوز Stachyose (جالاكتوز - جلوكوز - فركتوز) الموجودان في بعض البقوليات (خصوصاً الفاصوليا Beans) والخضراوات وغير القابلين للهضم بواسطة الأنزيمات، إلا أن البكتيريا الموجودة في الأمعاء الغليظة لها القدرة على هضمها منتجة بعض الغازات ومخلفات ثانوية أخرى By-products.

### ٢ - الكربوهيدرات المتعددة Polysaccharides

**الأميلوز:**

(ا) أحد أنواع النشا النباتي الذي يتألف من سلسلة مستقيمة من وحدات الجلوكوز (تصل إلى ٣٠٠٠ وحدة) المتصلة ببعضها بواسطة الروابط الجلوكوزيدية ألفا - ١، ٤ (α-1,4) القابلة للتحلل داخل الجهاز الهضمي للإنسان.

(ب) يوجد بكثرة في الحبوب والبذور والدرنات والبقوليات والخضراوات النشوية.

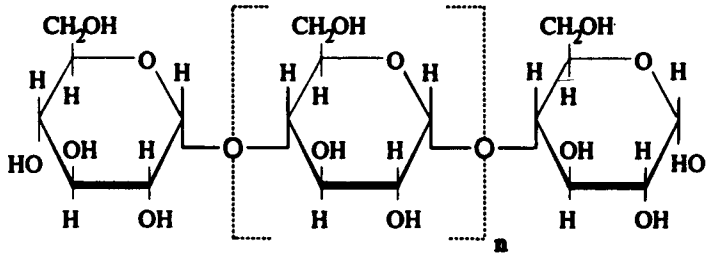
(جـ) يتحلل بفعل أنزيم الأميليز Amylase (ألفا أو بيتا) إلى جلوكوز ومالتوز.

(د) عديم الطعم وذو وزن جزيئي كبير.

$$\text{Amylose} \xrightarrow[H_2O]{\text{Amylase}} \begin{matrix}\text{Maltotriose}\\ \text{Maltose}\end{matrix} \xrightarrow[H_2O]{\text{Maltase}} \text{Glucose}$$

$$\text{Amylopectin} \xrightarrow[H_2O]{\text{Amylase}} \alpha - \text{Dextrin} \xrightarrow[H_2O]{\text{Isomaltase}} \text{Glucose}$$

(متفرع)

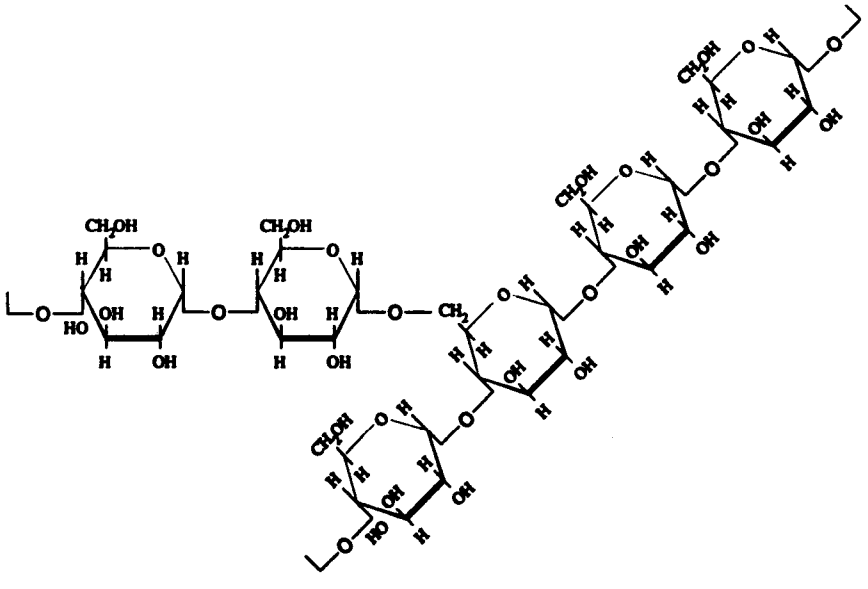


Starch (Amylose)

نشا (أميلوز)

**الأميلوبكتين:**

(١) أحد أنواع النشا الذي يتألف من سلسلة متفرعة من وحدات الجلوكوز.



Starch (Amylopectin)

نشا (أميلوبكتين)

(ب)يشابه الأميلوز في جميع الصفات الأخرى.

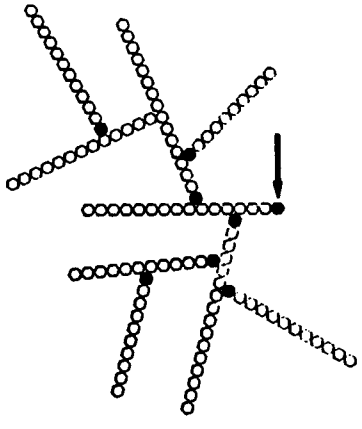
(جـ)يتحول النشا الموجود في الفواكه (الموز والإجاص Peaches) إلى سكريات Sugars كلما تقدمت مرحلة النضج مما يزيد من درجة الحلاوة، بينما يتحول السكر الموجود في معظم الخضراوات (الذرة والبازلاء) إلى نشا كلما تقدمت مرحلة النضج مما يقلل من درجة الحلاوة.

(د) يوجد الأميلوز والأميلوبكتين في الأغذية المذكورة أعلاه بنسبة ١ : ٣.

(هـ) تساعد التفرعات الموجودة في الأميلوبكتين على الاحتفاظ بالماء وتكوين الجل النشوي الدائم (لا يفقد الماء مع مرور الوقت) لهذا يفضل استخدام النشويات الغنية بالأميلوبكتين في الصناعات الغذائية.

**الجليكوجين:**

(ا) يشبه الجليكوجين في تركيبه البنائي الأميلوبكتين، إلا أن تفرعاته تكون أكثر عدداً وتعقيداً.



Glycogen

جليكوجين

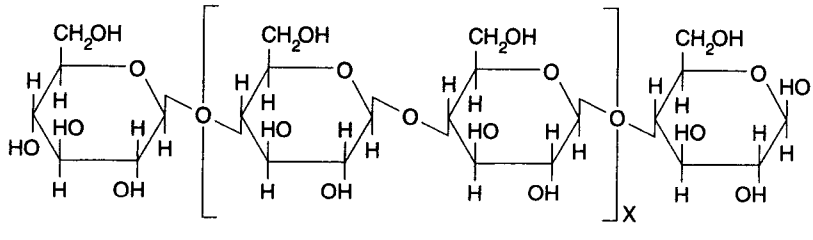
(ب) يؤمن الجليكوجين المخزن في الكبد (ليس المخزن في العضلات) احتياجات الجسم من جلوكوز الدم، بينما يؤمن الجليكوجين المخزن في العضلات احتياجات العضلات من الجلوكوز اللازم لإنتاج الطاقة.

(جـ) يعتبر الجليكوجين المصدر الرئيس للطاقة خلال ممارسة التمارين الرياضية الشاقة لفترة طويلة.

(د) لا يعتبر الجليكوجين مصدراً للطاقة في غذاء الإنسان؛ لأنه يتحول إلى حمض لاكتيك بعد ذبح الحيوان مباشرة.

## الألياف الغذائية

(١) يطلق مصطلح الألياف الغذائية على الأغذية النباتية (plant foods) التي تقاوم التحلل المائي بواسطة الأنزيمات الموجودة في الجهاز الهضمي للإنسان؛ أي هي المواد المتبقية من الغذاء بعد مروره في الأمعاء الدقيقة وقبل أن يصل إلى البكتيريا الهاضمة الموجودة في القولون.




Cellulose

سليلوز

(ب) تُقسم الألياف الغذائية إلى نوعين هما :

- **ألياف كربوهيدراتية (Carbohydrates Fibers)** : تشمل الصمغ والبكتين والميسلج (قابلة للذوبان في الماء) والسليلوز والهيميسليلوز (غير قابلة للذوبان في الماء). تتوافر الألياف الذائبة في الماء بكثرة في الفواكه والحمضيات والشوفان والشعير والتفاح والموز؛ بينما تتوافر الألياف غير الذائبة في الماء في نخالة القمح والأرز البني والحبوب والقمح والخضراوات.

- **ألياف غير كربوهيدراتية Noncarbohydrates Fibers**

تشمل اللجنين Lignin فقط.

(جـ) يمكن حصر وظائف الألياف كالآتي :

الألياف الذائبة : خفض مستوى الكوليسترول والجلوكوز في الدم، وتأخير تفريغ المعدة من الطعام.

الألياف غير الذائبة : تسهيل خروج البراز من الجسم، وتخليص الجسم من المواد السامة والمسببة للسرطان.

## وظائف الكربوهيدرات الفسيولوجية (Physiological Functions of Carbohydrates)

تؤدي الكربوهيدرات دوراً مهمًا في تغذية الإنسان كما هو موضح في جدول (١,٢).

## احتياجات الكربوهيدرات اليومية (Daily Needs For Carbohydrates)

١ - لا توجد مقررات غذائية مقترحة للكربوهيدرات، لأن الكميات الزائدة من البروتينات وبعض الدهون تتحول إلى جلوكوز.

٢ - يجب ألا تقل الكمية المتناولة يوميًا من الكربوهيدرات عن ٥٠-١٠٠ جرام لمنع حدوث الكيتوسيس (Ketosis)، وللمحافظة على البروتينات من التهدم لإنتاج الطاقة التي يحتاجها الجسم في حالة نقص الكربوهيدرات.

**جدول رقم (٢ , ١): دور الكربوهيدرات في التغذية.**

| | |
|---|---|
| **مصدر رئيسي للطاقة:** | تناول جرام كربوهيدرات يزود الجسم بحوالي ٤ سعرات. وتعد الكربوهيدرات المصدر الوحيد الذي يزود خلايا الدماغ وكرات الدم الحمراء بالطاقة. |
| **الوقاية من الإمساك:** | تسهل الألياف الغذائية خروج الفضلات من الجسم ومنع الإمساك. |
| **تخليص الجسم من السموم:** | يرتبط حمض الجلوكويورنيك ببعض الأدوية والمواد السامة ويطرحها خارج الجسم. |
| **الوقاية من الأحماض الكيتونية:** | تناول ما لا يقل عن ٥٠-١٠٠ جرام كربوهيدرات يوميًا يساعد على حدوث الأيض الكامل للدهون، وعدم تكون الكيتونات (في الكبد) المسببة لحموضة الدم. |
| **ادخار البروتين في الجسم:** | نقص الكربوهيدرات يؤدي إلى استخدام الجسم للبروتين كمصدر للطاقة بدلاً من استعماله لعمليات النمو وصيانة الأنسجة التالفة. |
| | [أحماض أمينية ←(Gluconeogenesis, Cortisol)— جلوكوز (مصدر للطاقة)] |
| **تنشط بعض البكتريا النافعة:** | يعمل سكر اللاكتوز الموجود في الأمعاء على تنشيط نمو البكتريا المنتجة لمجموعات فيتامينات (ب)، كما يعمل على تحسين امتصاص الحديد والكالسيوم. |
| **يحسن من طعم الأغذية:** | تضاف السكريات إلى الأغذية المختلفة لتحسين الطعم، ويوضح جدول (٣ , ١) الحلاوة النسبية (مقارنة بالسكروز) للسكريات المختلفة. |

٣ - يوصى أن يتناول الشخص يوميًا ما بين ١٢٥ و٣٠٠ جرام كربوهيدرات (الكمية المثالية لمعظم الأفراد).

٤ - يوصى أن تزود الكربوهيدرات في الوجبة الغذائية حوالي ٥٥-٦٠٪ (نشا وسكر) من إجمالي احتياجات الطاقة في اليوم وهي توزع كالآتي:

(ا) ١٠٪ أو أقل من احتياجات الطاقة الكلية اليومية مصدره السكريات البسيطة.

(ب) ٤٥-٥٠٪ (٤٨٪) من احتياجات الطاقة الكلية اليومية مصدره الكربوهيدرات المتعددة.

فعلى سبيل المثال، يجب أن يحصل الشخص الذي يحتاج إلى ٢٥٠٠ سعرة يوميًا على حوالي ١٣٧٥ إلى ١٥٠٠ سعرة من الكربوهيدرات، أي ما يعادل ٣٤٤-٣٧٥ جرام كربوهيدرات.

**مصادر الكربوهيدرات الغذائية (Dietary Sources of Carbohydrates)**

تتوافر الكربوهيدرات في مجموعة واسعة من الأغذية النباتية ويمكن حصرها كالآتي:

١ - **المربى والعسل والسكر الحبيبي:** تزود الكربوهيدرات حوالي ١٠٠٪ من إجمالي الطاقة الموجودة في هذه الأغذية.

٢ - **التمر والبطاطس وشرائح الذرة والأرز:** تزود الكربوهيدرات حوالي ٩٠٪ من إجمالي الطاقة الموجودة في هذه الأغذية.

٣ - **المكرونة العصائية والخبز والبازلاء والبروكولي والكيك والخوخ المجفف:** تزود الكربوهيدرات حوالي ٦٠-٧٠٪ من إجمالي الطاقة الموجودة في هذه الأغذية.

٤ - **البطاطس الأصابع وشرائح البطاطس والحليب (٢٪ دهن):** تزود الكربوهيدرات حوالي ٤٠-٥٠٪ من إجمالي الطاقة الموجودة في هذه الأغذية.

٥ - **الحليب الكامل الدسم:** تزود الكربوهيدرات حوالي ٢٠-٣٠٪ من إجمالي الطاقة الموجودة في هذه الأغذية.

**جدول رقم (١,٣): الحلاوة النسبية للسكريات والمحليات البديلة**

| أنواع المحليات | الحلاوة النسبية* (السكروز = ١) | المصادر الرئيسة |
|---|---|---|
| **السكريات** | | |
| اللاكتوز | ٠,٢ | منتجات الحليب |
| المالتوز | ٠,٤ | البذور النابتة (Sprouted Seeds) |
| الجلوكوز | ٠,٧ | المحلول السكري للذرة (Corn) |
| السكروز | ١,٠ | سكر الطاولة ومعظم المحليات |
| السكريات المحولة (Invert Sugar)** | ١,٣ | العسل وبعض الحلويات |
| الفركتوز | ١,٧ | الفواكه والعسل وبعض المشروبات الغازية |

| | | |
|---|---|---|
| **كحولات السكر Sugar Alcohols** | | |
| السوربيتول (Sorbitol) | ٠,٦ | حلويات الرجيم واللبان الخالي من السكر |
| المانيتول (Mannitol) | ٠,٧ | حلويات الرجيم |
| الأكزيلتول (Xylitol) | ٠,٩ | اللبان الخالي من السكر |
| **المحليات البديلة (Alternate Sweetnes)** | | |
| الأسبرتام (Aspartame) | ٢٠٠ | المشروبات الغازية الخاصة للرجيم، ومشروبات الفواكه الخاصة للرجيم، واللبان الخالي من السكر، ومحليات الرجيم المطحونة. |
| أسيسولفيم - ك (Acesulfame-K) | ٢٠٠ | اللبان الخالي من السكر، والمشروبات المشكلة الخاصة للرجيم ومحليات الرجيم، المطحونة والبودنج Puddings ومحليات الجيلاتين Gelatin desserts. |
| السكارين (ملح الصوديوم) | ٥٠٠ | المشروبات الغازية الخاصة للرجيم. |

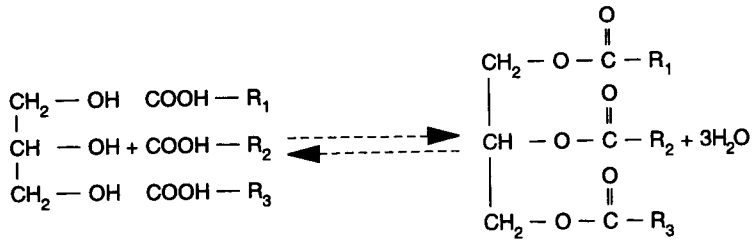
* على أساس كل جرام

** يتهدم السكروز إلى جلوكوز وفركتوز.

المصدر: Insel, P., and Wandlaw, G.1993 .

## (١,٣) الدهنيات (Lipids)

تعني كلمة الدهنيات (الليبيدات) الزيوت النباتية (Oils) والدهون الحيوانية (Fats) ويتميزان بأن الأول يكون في صورة سائلة على درجة حرارة الغرفة (٢٥°م) والثاني يكون في صورة صلبة على الدرجة نفسها. وتتألف الدهنيات من جزءين رئيسين هما الأحماض الدهنية (Fatty Acids) والجليسرول (Glycerol) وهما يتحدان معا لتكوين الجلسريدات الثلاثية (Triglycerides) (TG). وتتكون الأحماض الدهنية من سلسلة طويلة من ذرات الكربون المرتبط بالهيدروجين، حيث ينتهي أحد طرفي هذه السلسلة بمجموعة كربوكسيل COOH (Alpha End)، والطرف الآخر بمجموعة مثيل $CH_3$ (Omega End). وتقسم الأحماض الدهنية تبعا إلى طول السلسلة الكربونية إلى الآتي:




(جليسرول) (٣ أحماض دهنية) جليسريد ثلاثي

١ - **أحماض دهنية قصيرة السلسلة:** تحتوي على ٤-٦ ذرات كربون ومثالها حمض البيوتريك (٤ ذرات كربون) الموجود في الزبدة.

٢ - **أحماض دهنية متوسطة السلسلة:** تحتوي على ٨-١٢ ذرة كربون ومثالها الأحماض الدهنية الموجودة في منتجات الحليب (٦-١٠ ذرات كربون).

٣ - **أحماض دهنية طويلة السلسلة:** تحتوي على أكثر من ١٢ ذرة كربون ومثالها الأحماض الدهنية الموجودة في اللحوم والدواجن والأسماك (١٤ ذرة كربون أو أكثر).

### الأحماض الدهنية أوميجا (Omega Fatty Acids)

#### ١ - الأحماض الدهنية أوميجا ٣ (Omega-3 ($w_3$) Fatty Acids)

موقع الرابطة المزدوجة في السلسلة الكربونية للحمض الدهني ذو أهمية كبيرة لأنها تحدد مدى استفادة الجسم منه، ويعبر عن موقع الرابطة المزدوجة بالمصطلح أوميجا (Omega) الذي يعني بالإغريقي النهاية (End)؛ فعلى سبيل المثال، يطلق على الحمض الدهني أوميجا ٣ (Omega-3 ($\omega_3$) Fatty Acid) عندما تظهر أول رابطة مزدوجة واقعة بالقرب من مجموعة المثيل ($CH_3$) عند ذرة الكربون الثالثة؛ أي أن الحمض الدهني أوميجا ٣ هو حمض دهني متعدد غير مشبع PUFA تقع فيه الرابطة

المزدوجة القصوى (البعيدة) بعد ثلاث ذرات كربون من مجموعة المثيل، ومثالها:

**حمض اللينولينيك (Linolenic Acid):** يعتبر حمض اللينولينيك (١٨ ذرة كربون) الموجود في الغذاء المصدر الرئيس الذي يزود الشخص بالأوميجا ٣ ($w_3$). لا يستطيع جسم الإنسان تصنيع الروابط المزدوجة الواقعة ما بين مجموعة المثيل وذرة الكربون رقم ٩ (بداية العد من مجموعة المثيل)، لهذا فإن الإنسان يحصل على جميع احتياجاته من الأحماض الدهنية أوميجا ٣ والأحماض الدهنية أوميجا ٦ من الغذاء المتناول يوميًا. حيث يوجد الحمض الدهني أوميجا ٣ بكثرة في الزيوت النباتية والخضراوات الورقية (Leafy Vegetables). كما تحتوي بعض الأحماض الدهنية أوميجا ٣ Omega-3 Fatty Acids على أكثر من ١٨ ذرة كربون وهي:

**إكوسابينتانويك Eicosapentaenoic (EPA):** هو عبارة عن أوميجا ٣ حمض دهني (Omega-3 Fatty Acid)، ويحتوي على ٢٠ ذرة كربون و٥ روابط مزدوجة (20:5)، ويمكن تصنيعه داخل جسم الإنسان من حمض اللينولينيك Linoleic Acid. ويتوافر هذا الحمض الدهني بكثرة في زيوت الأسماك (Fish Oils) والأغذية البحرية (Seafoods).

**دوكوساهكسانويك Decosahexaenoic (DHA):** هو عبارة عن أوميجا ٣ حمض دهني Omega-3 Fatty Acid، ويحتوي على ٢٢ ذرة كربون و٦ روابط مزدوجة (22:6) ويمكن تصنيعه داخل جسم الإنسان من حمض اللينولينيك Linolenic Acid. والمصادر الرئيسة للـ DHA هي زيوت الأسماك والأغذية البحرية.

**٢ - الأحماض الدهنية أوميجا ٦ (Omega-6 Fatty Acids)**

هي أحماض دهنية غير مشبعة متعددة (PUFA) تقع فيها الروابط المزدوجة بعد ست ذرات كربون من مجموعة المثيل، ومثالها:

**(أ) حمض اللينوليك (Linoleic Acid):** يحصل الإنسان أساسًا على أوميجا ٦ ($\omega_6$) من حمض اللينوليك (١٨ ذرة كربون) لأن جسم الإنسان لا يستطيع تصنيعها. يتوافر الحمض الدهني أوميجا ٦ بكثرة في الزيوت النباتية (Vegetables Oils) واللحوم Meat.

**(ب) حمض الأراكيدونيك (Arachidonic Acid):** يزود حمض الأراكيدونيك الشخص بمجموعة الأوميجا ٦ ($\omega_6$)، وهو يتألف من ٢٠ ذرة كربون وأربع روابط مزدوجة (20:4). وتزود الزيوت النباتية واللحم الشخص بكمية تكفي لسد احتياجاته من حمض الأراكيدونيك.

هناك فوائد كثيرة للأحماض الدهنية أوميجا (Omega-Fatty Acids) ومنها:

- يدخل الـ DHA في تركيب شبكية العين Retina of Eye ونخاع الدماغ Cerebral Cortex of Brain.

- يعمل حمض الأراكيدونيك والـ EPA و DHA على تصنيع مركبات مهمة في الجسم تسمى أكوس أنويدز (Eicosanoids) ومثالها:

**(جـ) بروستاكلاندين (Prostaglandin):** تساعد على انقباض الأوعية الدموية ويساعد الأنسجة للاستجابة للهرمونات، كما أنه مهم للمنبهات العصبية.

**(د) ثرومبوكسان (Thromboxane):** يتم تصنيعه من حمض الأراكيدونيك (أوميجا٦) وهو يساعد على عملية تخثر الدم.

**(هـ) بروستاسيكلين (Prostacyclin):** يصنع في جدار الأوعية الدموية من DHA و EPA (أوميجا ٣) ويعمل على عدم حدوث تجلط للدم في الأوعية الدموية.

**(و) ليكوترين (Leukotriene):** يؤدي هذا المركب دوراً مهمًا في التحكم بالإصابة ببعض الأمراض المسببة للالتهابات والأمراض الناتجة من تفاعلات فرط الحساسية مثل داء الربو (Asthma).

٣- يعمل الـ DHA و EPA المتوافران بكثرة في دهون الأسماك ولحومها على الوقاية من الإصابة بأمراض القلب، كما أشارت الدراسات إلى أن تناول زيوت الأسماك (٢٠-٢٥٪ من إجمالي الطاقة) (٥٠ جرامًا يوميًا) يؤدي إلى انخفاض إيجابي لمستوى الجليسريدات الثلاثية في الدم، كما أن تناول الأسماك مرتين في الأسبوع (٨ أوقيات/ أسبوع) يقلل من مخاطر الإصابة بأمراض القلب مقارنة بالأشخاص الذين يتناولون الأسماك نادراً (Rarely). يوضح جدول (٤, ١) التركيب الكيميائي للزيوت الغذائية.

**جدول رقم (٤ , ١): التركيب الكيميائي للزيوت الغذائية Dietary Fats (جرام/ ١٠٠ جرام).**

| الدهون الغذائية | الأحماض الدهنية المشبعة | الأحماض الدهنية غير المشبعة | | | الكوليسترول |
|---|---|---|---|---|---|
| | | الأحادية | المتعددة PUFA | | |
| | | | اللينوليك (ω6FA) | اللينولينيك (ω3FA) | |
| زيت الكانولا Canola | ٦ | ٦٢ | ٢٢ | ١٠ | صفر |
| زيت القرطم | ١٠ | ١٣ | ٧٧ | آثار | صفر |
| زيت تباع الشمس | ١١ | ٢٠ | ٦٩ | صفر | صفر |
| زيت الذرة | ١٣ | ٢٥ | ٦١ | ١ | صفر |
| زيت الزيتون | ١٤ | ٧٧ | ٨ | ١ | صفر |
| زيت فول الصويا | ١٥ | ٢٤ | ٤٥ | ٧ | صفر |
| مارجرين | ١٧ | ٤٩ | ٣٢ | ٢ | صفر |
| زيت الفول السوداني | ١٨ | ٤٩ | ٣٣ | ٢ | صفر |
| زيت الدجاج | ٣١ | ٤٩ | ٢١ | صفر | ١١ |
| دهن الخنزير | ٤١ | ٤٧ | ١١ | ١ | ١٢ |
| دهن البقر | ٥٢ | ٤٤ | ٣ | ١ | ١٤ |
| دهن الزبدة | ٦٦ | ٣٠ | ٢ | ٢ | ٣٣ |
| زيت الجوز Coconut* | ٨٣ | ٦ | ٢ | صفر | صفر |
| زيت النخيل Palm* | ٤٩ | ٣٧ | ٩ | صفر | صفر |

المصدر: Whitney, E.N. وآخرون (١٩٩٠م) فيما عدا المؤشر أمامه بعلامة نجمة (*).
تم إجراء بعض التحويرات في طريقة العرض.
يشتق زيت الكانولا من بذور اللفت.

## مصادر الدهنيات (Dietary Sources of Lipids)

تتوافر الدهنيات في مجموعة واسعة من الأغذية الحيوانية والنباتية، وفيما يلي حصر للأغذية الغنية بالزيوت والدهون.

**١ - اللحوم:**

يحتوي البديل الواحد (١ أوقية، ٣٠ جرامًا) من اللحم الصافي Lean على حوالي ٣ جرامات دهن.

يحتوي البديل الواحد (١ أوقية، ٣٠ جرامًا) من اللحم المتوسط الدهن على حوالي ٥ جرامات دهن.

يحتوي البديل الواحد (١ أوقية، ٣٠ جرامًا) من اللحم المرتفع الدهن على حوالي ٨ جرامات دهن.

**٢ - الحليب:**

يحتوي البديل الواحد (١ كوب، ٢٤٥ جرامًا) من الحليب المفرز على حوالي صفر جرام دهن.

يحتوي البديل الواحد (١ كوب، ٢٤٥ جرام) من الحليب المتوسط الدهن على حوالي ٣ جرامات دهن.

يحتوي البديل الواحد (١ كوب، ٢٤٥ جرامًا) من الحليب الكامل الدسم على حوالي ٨ جرامات دهن.

**٣ - الزيوت والدهون:**

يحتوي البديل الواحد (ملعقة شاي، ٥ جرامات) من الزيوت النباتية أو الحيوانية على حوالي ٥ جرامات دهن.

يحتوي البديل الواحد (ملعقة شاي، ٥ جرامات) من المايونيز أو المارجرين على حوالي ٤ جرامات دهن.

## تصنيف الدهنيات (Classification of Lipids)

يمكن تصنيف الدهنيات تبعًا لتركيبها الكيميائي إلى الآتي:

### أولا: الدهنيات البسيطة (Simple Lipids)

هي أسترات لأحماض دهنية وكحولات ومثالها:

١ - **الجلسريدات الثلاثية** (Triglycerides) (ثلاثة أحماض دهنية مرتبطة بالجلسرول Glycerol).

(ا) الدهون (Fats)

(ب) الزيوت

٢ - **الشموع** (Waxes) (أسترات لأحماض دهنية مع كحولات ذات وزن جزيئي مرتفع)

(ا) أسترات الكوليسترول

(ب) أسترات فيتامين (ا)

(جـ) أسترات فيتامين (د)

**ثانيًا : الدهنيات المركبة (Compound Lipids)**

هي دهون مركبة من جليسريدات ثنائية حل فيها حمض الفوسفور ومركبات أخرى محل الحمض الدهني الثالث ومثالها :

**١ - الفوسفولبيدات (Phospholipides)** (جلسريدات ثلاثية تم استبدال واحد من الأحماض الدهنية الثلاثة بحمض الفوسفوريك وقاعدة نيتروجينية) .

(أ) الفوسفاتيديل سيرين (Phosphatidyl Serin) - القاعدة النيتروجينية سيرين

(ب) السفنجومايلين (Shpinogomyelin)

(جـ) الفوسفاتيديل جليسرول( Phosphatidyl Glycerol) - القاعدة النيتروجينية جليسرول .

(د) فوسفاتيديل إينوسيتول (Phosphatidyl Inosetol)

(هـ) السيفالين (Cephalin) - القاعدة النيتروجينية إيثانول أمين

(و) الليسيثين (Lecithin) - القاعدة النيتروجينية كولين Cholin

**٢ - الجليكولبيدات (Glycolipids)** (جلسريدات ثلاثية محتوية على جزيء سكر أحادي)

(ا) السيروبيروسيدات (Cerobrosides) - الجلوكوز أو الجالاكتوز

(ب) الجانجليوسيدات (Gangliosides)

**٣ - الليبوبروتينات (Lipoproteins)** (جليسريدات ثلاثية محتوية على بروتين)

(ا) الكيلوميكرونات (Chylomycrons)

(ب) الليبوبروتينات المنخفضة الكثافة (LDL)

(جـ) الليبوبروتينات المنخفضة الكثافة جدًا (VLDL)

(د) الليبوبروتينات المرتفعة الكثافة (HDL)

**ثالثًا : الدهنيات المشتقة (Drived Lipids)**

هي مركبات ناتجة من تحلل الجلسريدات الثلاثية، بالإضافة إلى مركبات أخرى تحتويها الدهنيات ومثالها :

١ - الستيرولات (Sterols)
٢ - الكاروتينويدات (Carotenoids)
٣ - الأحماض الدهنية الحرة (FFA)
٤ - الجليسرول (كحول)
٥ - الجلسريدات الأحادية والثنائية
٦ - الفيتامينات الذائبة في الدهن (ك، هـ، د، ا).

## الوظائف الفسيولوجية للدهنيات (Physiological Functions of Lipids)

يمكن حصر وظائف الدهنيات في جسم الإنسان في جدول رقم (٥, ١).

## احتياجات الدهنيات اليومية (Daily Needs for Lipids)

إن تحديد كميات الدهون المتناولة يوميا من الأمور التي يعطيها معظم الناس اهتماما خاصا لارتباطها بكثير من الأمراض مثل أمراض القلب والسكري والسمنة وغيرها. وبشكل عام تتوقف احتياجات الشخص اليومية من الدهون على عوامل كثيرة منها؛ درجة النشاط والحالة الصحية والوزن والعادات الغذائية وغيرها. ويمكن تلخيص احتياجات الشخص من الدهون في النقاط التالية:

**جدول رقم (٥, ١): دور الدهنيات فى التغذية.**

| | |
|---|---|
| **مصدر للطاقة:** | يحصل جسم الإنسان على حوالي ٢٥-٣٠٪ من إجمالي احتياجات الطاقة اليومية من الدهنيات، لهذا فهي تعد مصدرا رئيسا مركزا للطاقة (١ جرام دهن يزود الجسم بحوالي ٩ سعرات). |
| **العزل والحماية:** | يعمل الدهن الموجود تحت الجلد كطبقة عازلة تمنع فقدان حرارة الجسم خصوصا في الأجواء الباردة. كما تعمل طبقة الدهن المحيطة بأعضاء الجسم الرئيسة كالقلب والثديين والكليتين على حمايتها من الصدمات الخارجية. |
| **نقل الفيتامينات:** | تقوم الدهون بنقل الفيتامينات الذائبة في الدهون [فيتامينات (أ) و(د) و(ك) و(هـ)] من المعدة إلى الأمعاء الدقيقة، كما أنها تساعد على امتصاصها من خلال جدار الأمعاء. إن إصابة الشخص بمرض Cystic Fibrosis أو تناول الزيت المعدني كمادة مسهلة (غير قابل للهضم أو الامتصاص) أو حدوث انسداد في قناة الصفراء يتعارض مع امتصاص الدهون من خلال جدار الأمعاء مما يحد من وصول الفيتامينات الذائبة في الدهن إلى الجسم. |

**تابع جدول رقم (٥ , ١) . دور الدهنيات في التغذية .**

| | |
|---|---|
| **تنظيم مرور المركبات :** | تعمل الدهنيات على تنظيم مرور المركبات من خلال الأغشية حيث تحتوي أغشية الخلايا على الليسيثين والفوسفوليبيدات التي تسهل مرور المركبات الذائبة في الدهن خصوصا الفيتامينات والهرمونات إلى داخل الخلية وخارجها . |
| **تصنيع المركبات المهمة :** | يدخل الكوليسترول في تركيب أغشية خلايا الجسم بالإضافة إلى أنه يتحول إلى مركبات مشابهة له مثل فيتامين (د) وأملاح الصفراء Bile Acids وبعض الهرمونات (إستروجين Estrogens وتستوستيرون Testosterone) . |
| **تحسين سائغية الطعام :** | إن إضافة الدهون أو الزيوت إلى الطعام أثناء الطهو يحسن من طراوته وطعمه ونكهته ورائحته خصوصا اللحوم والخضراوات . |
| **الشعور بالشبع :** | إن وصول الأغذية الدهنية إلى المعدة يؤدي إلى إبطاء حركتها والإقلال من الإفرازات المعدية الهاضمة مما يؤخر تفريغ المعدة من الطعام ويشعر الشخص بالشبع لمدة طويلة . |
| **مصدر للاحماض :** | تعد الزيوت والدهون المصدر الرئيس للحمض الدهني الأساسي (Essential Fatty Acids) EFA اللينوليك Linoleic Acid الذي لا يستطيع الجسم تصنيعه بكميات كافية لتأمين احتياجات الشخص اليومية . وتؤدي الأحماض الدهنية الأساسية وظائف حيوية مهمة في الجسم ، لهذا فإن الإنسان يجب أن يحصل عليها من تناول الأغذية الغنية بها [الزيوت النباتية (٥٠٪)] كزيت الذرة وزيت دوار الشمس وزيت القرطم وزيت فول الصويا . وتظهر أعراض نقص الأحماض الدهنية بوضوح على جلد الإنسان في صورة التهاب وجفاف وأكلان وتقشر واحمرار وتساقط للشعر في بعض مناطق جلد الرأس ، كما قد يصاب الشخص بالإسهال وبطء في النمو . وتظهر هذه الأعراض عادة على الأطفال الذين يتغذون على الحليب الصناعي Formula المنخفض الدهن ، وكذلك على الأشخاص الذين يتغذون لمدة طويلة على المحاليل المدخلة عن طريق الأوردة Intravenous Solutions والتي لا تحتوي على الدهون . ويمكن الوقاية من أعراض نقص الأحماض الدهنية الأساسية المذكورة أعلاه بتناول ملعقة مائدة واحدة يوميا من الزيوت النباتية غير المشبعة المتعددة . |

**١ - إجمالي الدهون :** يوصى أن تزود الدهون الشخص بحوالي ٣٠٪ من إجمالي احتياجاته اليومية من السعرات وتوزع هذه النسبة كالآتي :

(ا) ١٠٪ أو أقل من إجمالي السعرات مصدرها الدهون المشبعة .

(ب) ١٠٪ من إجمالي السعرات مصدرها الدهون غير المشبعة الأحادية .

(جـ) ١٠٪ من إجمالي السعرات مصدرها الدهون غير المشبعة المتعددة PUFA .

**٢ - الكوليسترول :** يوصى ألا تزيد كمية الكوليسترول المتناولة يوميا على ٣٠٠ ملّيجرام ،

ويمكن تحقيق ذلك بالإقلال من تناول الأغذية الغنية بالكوليسترول مثل البيض والكبد، وإحلال الزيوت النباتية مكان الدهون الحيوانية.

**٣- الأحماض الأساسية:** يوصى أن يحصل الشخص يوميا على حوالي ٤٪ من إجمالي السعرات المتناولة (تعادل ١ ملعقة مائدة يوميا، ١٥ جرام زيت) من الزيوت النباتية الغنية بحمض اللينوليك (تحتوي على أكثر من ٥٠٪ حمض اللينوليك) مثل زيت الذرة وفول الصويا وبذور القطن والقرطم ودوار الشمس. وهذا يضمن تزويد الشخص يوميا بحوالي ٢٪ من إجمالي احتياجات السعرات من حمض اللينوليك. كما أن حمض اللينولينيك Linolenic Acid يعد حديثا ضمن الأحماض الأساسية؛ لأن الجسم لا يستطيع تصنيعه ويحصل عليه الشخص من الغذاء فقط.

**٤ - أوميجا ٣ ح. د.:** يوصى أن تكون نسبة الأحماض الدهنية أوميجا ٦ Omega-6-Fatty Acids إلى الأحماض الدهنية أوميجا ٣ Omeg-3-Fatty Acids حوالي ٤ : ١ (كندا). كما يوصي بعض علماء التغذية بضرورة احتواء الوجبة الغذائية المخططة على ألفا - حمض اللينولينيك Alpha-Linolenic Acid الطبيعي أو أحد الأحماض الدهنية أوميجا ٣ المشابهة مثل EPA و DHA. ويمكن تحقيق ذلك عن طريق تناول الشخص أسبوعيا الأسماك الدهنية Fatty Fishs مثل التونة والسالمون والساردين أو تناول زيت الكانولا Canola Oil أو زيت فول الصويا Soybean Oil، وجميع هذه الأغذية تعد مصادر غنية بالأحماض الدهنية أوميجا ٣.

**٥ - نسبة الأحماض p إلى S:** يوصى أن تكون نسبة الأحماض الدهنية غير المشبعة المتعددة (P) إلى الأحماض الدهنية المشبعة (S) (P/S Ratio) أكثر من ١، ويمكن تحقيق ذلك بتناول الزيوت النباتية والإقلال من الدهون الحيوانية.

## (١,٤) الفيتامينات (Vitamins)

### أولا : الفيتامينات الذائبة في الدهن (Fat Soluble Vitamins)

هي مركبات عضوية (أي تحتوي على ذرات الكربون المرتبطة بذرات الهيدروجين) خالية من الطاقة ويحتاجها جسم الإنسان بكميات ضئيلة جدا. تشمل الفيتامينات الذائبة في الدهن فيتامين (ا) وفيتامين (د) وفيتامين (ك) وفيتامين (هـ).

وتتميز الفيتامينات الذائبة في الدهن بالآتي :

(ا) تخزن الكمية الزائدة منها في الكبد (٩٠٪) والأنسجة الدهنية ؛ أي لا تطرح الكمية الزائدة منها خارج الجسم ، لذا فإن الإفراط في تناولها يسبب السمية خصوصا فيتاميني (ا) و(د) لو كانا في صورتيهما الكيميائية النقية وليسا في صورة مولدات فيتامينات .

(ب) لا تذوب في الماء وتذوب في الدهون ، لذا لا تفقد في ماء الطهي ، ولا تتكسر خلال عملية الطهي .

يجب أن يحصل الإنسان على الفيتامينات من الغذاء لأنه غير قادر على تصنيعها فيما عدا بعض الفيتامينات التي يمكن تصنيعها بكميات محدودة مثل فيتامين (ك) (يمكن تصنيعه بواسطة بكتريا القولون) وفيتامين (د) (يمكن تصنيعه تحت الجلد بواسطة أشعة الشمس) . يوجد فيتامين (ا) وفيتامين (د) في الغذاء في صورة غير فعالة فسيولوجيا تسمى مولدات الفيتامين (Vitamin Precursors) التي تتحول داخل الجسم إلى الصورة الفعالة فسيولوجيا . تمتص الفيتامينات الذائبة في الدهن (٤٠-٩٠٪) متحدة مع الدهون ، وتنقل بعد امتصاصها من خلال جدار الأمعاء بواسطة حامل بروتيني (الكيلوميكرون) إلى الدورة الدموية (Bloodstream) عن طريق الجهاز الليمفاوي (Lymphatic System) . ثم تنقل بواسطة الكيلوميكرونات وحوامل بروتينية أخرى (LDL وVLDL) إلى خلايا الجسم . كما تتجه بعض الحوامل البروتينية (الليبوبروتينات) إلى الكبد لتخزين الفائض منها فيه .

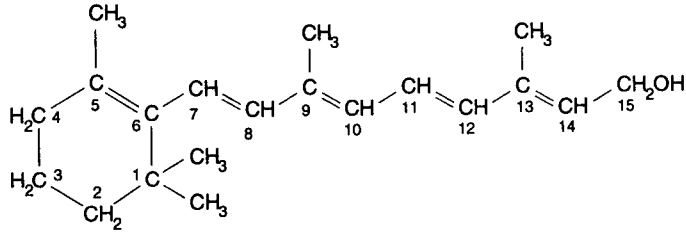
### ١- فيتامين ا Vitamin A (ريتنول Retinol)

يتألف فيتامين ا من سلسلة هيدروكربونية تحتوي على حلقة بيتا - أيونون واحدة في أحد الأطراف ومجموعة كحول في الطرف الآخر . أما التركيب البنائي للكاروتين فهو عبارة عن عدد كبير من ذرات الهيدروجين وحلقتين من البيتا - أيونون β-Ionone متصلة بثلاث مجموعات ميثيل ($CH_3$) . يتميز فيتامين أ بأنه مقاوم لحرارة الطهو والتعقيم إلا أنه يتأكسد عند التعرض للضوء أو الأشعة فوق البنفسجية

أو الأحماض أو الهدرجة أو الحرارة التي تزيد على ١٠٠°م. يوجد فيتامين (ا) في عدة صور هي:

**(ا) الريتنويدات Retinoids:** تشمل الريتنول وأسترات الريتنول والريتنال وحمض الريتنول والريتنول منزوع الدهن، وتوجد جميعها في الأغذية الحيوانية.

**(ب) مولدات فيتامين ا Provitamin A:** تشمل بيتا-كاروتين وجاما-كاروتين وألفا-كاروتين وتوجد جميعها في الأوراق الخضراء والفواكه الصفراء.



Vitamin A1 or Retinol

فيتامين ١١ (ريتنول)

**الوظائف الفسيولوجية (Physiological Functions)**

١ - يساعد على الرؤية في الضوء الخافت (يدخل في تكوين صبغات الإبصار ألرودوبسين وألاودوبسين).

٢ - يساعد على نمو العظام طوليا والأسنان.

٣ - يساعد على تصنيع الأغشية المخاطية المبطنة لقرنية العين (Cornea)

٤ - يزيد من مناعة الجسم؛ لأنه يساعد على نمو الأغشية المخاطية المبطنة للقناة الهضمية والجهاز البولي والجهاز التنفسي مما يحميها من العدوى الميكروبية.

٥ - الوقاية من الإصابة بالسرطان (Cancer) (يزيد من نشاط الجهاز المناعي). كما أن البيتا-كاروتين والليكوبين (Lycopene) (في الطماطم) يعملان كمضادات للأكسدة.

٦ - يساعد على تصنيع كرات الدم الحمراء.

**المصادر الرئيسة (Main Sources)**

١ - الأغذية الحيوانية (الريتنول، فيتامين ا) - الكبد والحليب المدعم والزبدة والبيض والمارجرين والقشدة والجبن.

٢ - الأغذية النباتية (مولدات فيتامين ا) - الخضراوات الورقية الخضراء كالبروكولي والسبانخ وكذلك الفواكه والخضراوات الصفراء البرتقالية كالشمام والمشمش والجزر والقرع (Squash) والبطاطس الحلوة.

**الاحتياجات اليومية Daily Requirements (RDA، ١٩٨٩م)**

١ - البالغون (١٩-٥٠ سنة): ١٠٠٠ ميكروجرام مكافىء الريتنول/ يوم (٥٠٠٠ و.د.)

٢ - البالغات (١٩-٥٠ سنة): ٨٠٠ ميكروجرام مكافىء الريتنول/ يوم (٤٠٠٠ و.د.).

**أعراض النقص (Deficiency)**

١ - الإصابة بالعمى الليلي نتيجة عدم تكون صبغة الرودوبسين في شبكية العين.

٢ - الإصابة بجفاف القرنية (XerophTHalmia) (تصبح صلبة ومعتمة وسميكة وفي النهاية تتكون داخلها رغوة قد تؤدي إلى العمى الدائم).

٣ - ضعف الجهاز المناعي في الجسم.

٤ - الإصابة بالإسهال.

٥ - التهاب الجهاز التنفسي لعدم تكون الطبقة المخاطية المبطنة له وكذلك الجهاز الهضمي.

٦ - توقف نمو الأسنان لعدم تكون مادة الدنتين (Dentin) والمينا (Enamel).

٧ - جفاف الجلد وتخشنه (التقرن Keratinization) بسبب انسداد جريب الشعر بالكيراتين.

**سُمية فيتامين (ا) (Toxicity of Vitamin A)**

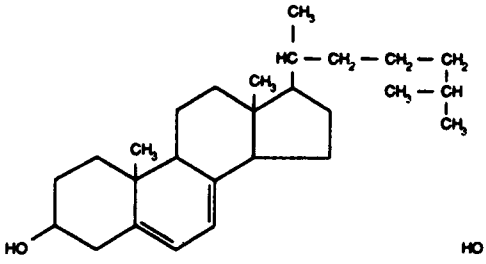
يحدث التسمم بفيتامين (ا) لدى الرضع عند تعاطي جرعة مقدارها ٥ ملليجرام من المستحضر الكيميائي للفيتامين يوميا لمدة شهر واحد. ويحدث التسمم لدى الأطفال عند تعاطي جرعة مقدارها ٧-١٤ ملّيجرام ريتنول يوميا لمدة ثمانية شهور. وتظهر أعراض التسمم في صورة فقدان الشهية للأكل، وتشوهات جسدية للأجنة، وصداع وتقيؤ وتغيرات في الجلد، وتساقط في الشعر وآلام في العظام ونزف، وفشل كلوي ثم الوفاة. وبشكل عام يحدث التسمم بفيتامين (ا) عند تعاطي جرعة مقدارها ١٠ أضعاف الـ RDA.

**٢ - فيتامين د Vitamin D (كوليكالسيفيرول Cholecalciferol أو إرجوكالسيفيرول Ergocalciferol)**

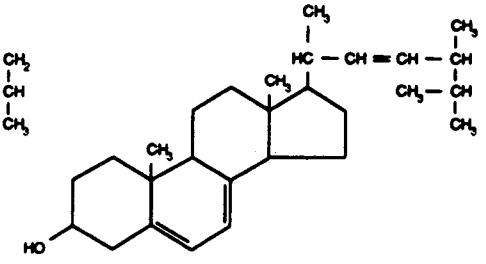
يوجد فيتامين (د) في صورتين فعالتين فسيولوجيا هما:

(ا) كوليكاليسيفيرول (فيتامين د٣): يتولد نتيجة لتعرض مركب ٧-ديهيدروكوليسترول (7-Dehydrocholesterol) الموجود في الأنسجة الحيوانية (تحت الجلد) إلى الأشعة فوق البنفسجية.

(ب) إرجوكالسيفيرول (فيتامين د٢): يتولد نتيجة تعرض مادة الإرجوستيرول (Ergosterol) الموجودة في الأنسجة النباتية إلى الأشعة فوق البنفسجية. يتألف التركيب البنائي لمولدات فيتامين (د) من ثلاث حلقات سداسية وحلقة واحدة خماسية. ويحتوي المولد إرجوستيرول على ثلاثة روابط مزدوجة، بينما يحتوي المولد ٧-ديهيدروكوليسترول على رابطتين مزدوجتين. يتميز فيتامين (د) بمقاومته للحرارة والقلويات وظروف التخزين، إلا أنه يتهدم من التعرض المفرط للأشعة فوق البنفسجية. يحتاج الشباب ذوو البشرة الفاتحة إلى التعرض إلى أشعة الشمس لمدة ١٥ دقيقة يوميا للحصول على احتياجاتهم من فيتامين (د) بينما يحتاج الأشخاص ذوو البشرة الداكنة إلى مدة أطول.



7-Dehydrocholesterol
٧- ديهيدروكوليسترول



Ergosterol
إرجوستيرول

مولدات فيتامين د

عن: Lehninger, A.L. (١٩٨٢م).

## الوظائف الفسيولوجية (Physiological Functions)

١ - ينظم مستوى الكالسيوم والفوسفور في الدم بمساعدة هرمون الباراثيرون (PHT)؛ أي يعمل فيتامين د على تحريك الكالسيوم والفوسفور من العظام إلى الدم وكذلك إعادة امتصاص الكالسيوم والفوسفور في الكليتين.

٢ - يساعد على امتصاص الكالسيوم والفوسفور من الأمعاء الدقيقة مما ينظم عملية تكلس العظام عن طريق تخليق البروتينات الحاملة للكالسيوم والفوسفور التي تنقلهما من خلال جدار الأمعاء إلى الدورة الدموية.

## المصادر الرئيسة (Main Sources)

١ - أشعة الشمس، وهي تحفز تحول مولد فيتامين (دس)، وتتوقف الاستفادة من الشمس على كمية الأشعة فوق البنفسجية الموجودة فيها وتركيز صبغة الجلد.

٢ - الأغذية الحيوانية، تشمل الحليب المدعم (١٠ ميكروجرام فيتامين د/ ليتر حليب) والبيض وزيت السمك والكبد والزبدة والأسماك (السالمون والسردين والجمبري والتونة).

٣ - الأغذية النباتية، أغذية الإفطار المدعمة والمارجرين.

**الاحتياجات اليومية Daily Requirements (RDA، ١٩٨٩م)**

١ - البالغون والبالغات (١٩-٢٤ سنة): ١٠ ميكروجرامات فيتامين د/ يوم (٢٠٠ و.د.)

٢ - البالغون والبالغات (٢٥-٥٠ سنة): ٥ ميكروجرامات فيتامين د/ يوم (٤٠٠ و.د.).

**أعراض النقص (Deficiency Symptoms)**

١ - الإصابة بالكساح (Rickets) يصيب هذا المرض الأطفال، وتظهر أعراضه في صورة تضخم في مفصل القدم ومعصم اليد وتقوس الأرجل وبروز الجبهة وتقوس ضلوع الصدر وكبر حجم الرأس.

٢ - الإصابة بمرض لين العظام (Osteomalacia) يصيب هذا المرض المسنين والمرضعات والحوامل والبالغين، وتتمثل أعراضه في صورة انحناء العمود الفقري وطراوة العظام. يصيب مرض لين العظام عادة الأشخاص البالغين الذين يعانون من مرض في المرارة أو الكليتين أو المعدة أو الأمعاء وكذلك المصابين بتليف الكبد (Cirrhosis of Liver) لأن هذه الأمراض تؤثر على امتصاص الكالسيوم وأيض فيتامين (د).

٣ - حدوث تشنجات، تحدث لدى الرضع بسبب انخفاض مستوى الكالسيوم في الدم.

**سُمية فيتامين د (Toxicity of Vitamin D)**

يحدث التسمم للبالغين عند تناول جرعة مقدارها ٢٥٠٠ ميكروجرام يوميا لعدة أسابيع، ويحدث للأطفال عند تناول جرعة مقدارها ٢٥٠ ميكروجرام يوميا لمدة ٤ شهور. وأعراض التسمم بفيتامين (د) هي حدوث تهدم للكليتين، وترسب الكالسيوم في أنسجة الجسم الطرية، وتأخر النمو، وتكون حصوة الكلية، وارتفاع مستوى الكالسيوم في الدم والبول.

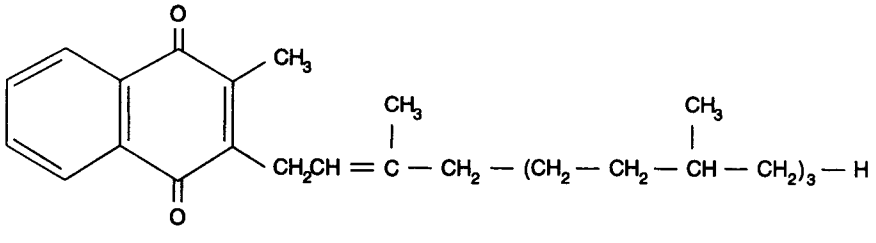
**٣ - فيتامين ك Vitamin K (فيلوكوينون Phylloquinone أو ميناكوينون Menaquinone)**

يعتبر فيتامين (ك) ذا أهمية كبيرة جدا لعملية تجلط الدم (تكوين الجلطة الدموية)، ويشارك في ذلك ما لا يقل عن ثلاثة عشر بروتينا ومعدن الكالسيوم. لا يتأثر فيتامين (ك) بحرارة الطهي أو الأكسدة أو الرطوبة، إلا أنه يتلف بالقواعد والأحماض القوية وكذلك عند تعرضه للضوء. هناك ثلاث صور نشطة فسيولوجيا لفيتامين (ك) هي:

(ا) الفيلوكوينون (فيتامين ك١): يوجد في النباتات فقط خصوصا الأوراق والبلاستيدات الملونة.

(ب) الميناكوينون (فيتامين ك٢): يوجد في زيوت الأسماك واللحوم، كما أنه يصنع بوساطة البكتريا في الأمعاء الدقيقة للإنسان.

(جـ) الميناديون ( فيتامين ك٣ ): فيتامين صناعي ذو فعالية مرتفعة (٣-٤ أضعاف عالية ك١ وك٢). يتألف فيتامين (ك١) من حلقة النافثوكوينون naphthoquinone التي تتصل عند ذرة الكربون رقم ٣ بسلسلة جانبية وعند ذرة الكربون رقم ٢ بمجموعة مثيل ($CH_3$).




Phylloquinone (Vitamin K1, Phytonadione)
فيتامين ك١ (فيلوكوينون)

**الوظائف الفسيولوجية (Physiological Functions)**

١ - عامل مهم لعملية تجلط الدم.

٢ - ضروري لتصنيع بروتين العظام (أوستيوكالسين). يؤدي نقص فيتامين

(ك) إلى عدم قدرة هذا البروتين للارتباط بالكالسيوم، وبذلك لا تحدث عملية التكلس في العظام.

٣ - يساهم فيتامين (ك) في عملية التصنيع الضوئي التي تحدث في النباتات الخضراء.

**الاحتياجات اليومية Daily Requirements (RDA، ١٩٨٩م)**

١ - البالغون (١٩-٥٠ سنة) - ٨٠ ميكروجرام/ يوم

٢ - البالغات (١٩-٥٠) - ٦٥ ميكروجرام/ يوم

**أعراض النقص (Deficiency Symptoms)**

١ - حدوث النزف hemorrhage خصوصا لدى الأطفال حديثي الولادة.

٢ - بطء تجلط الدم في الجروح. تظهر أعراض النقص عادة على الأشخاص الذين يتعاطون المضادات الحيوية لعدة شهور، وكذلك في حالة ضعف معدل امتصاص الدهون، إلا أن ذلك نادر جدا ؛ لأن الإنسان يحصل على كميات كبيرة منه (خمسة أضعاف الـ RDA) مع الطعام.

**المصادر الرئيسة Main Sources**

١ - الأغذية، تعد المصدر الرئيس لفيتامين (ك) ومنها الخضراوات الورقية والفاصوليا والبازلاء والبروكولي والطماطم وبعض الزيوت النباتية وصفار البيض والكبدة واللحوم.

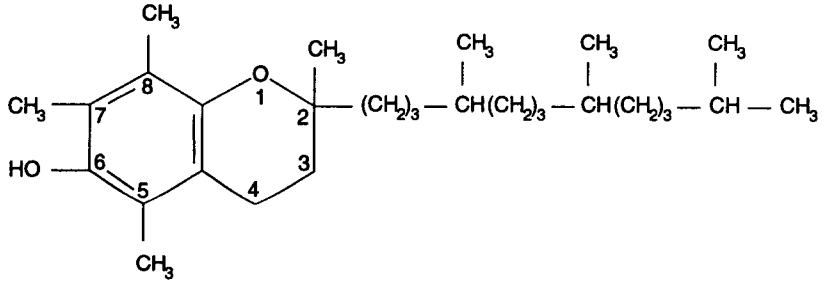
٢ - البكتريا، تصنع بكتريا الأمعاء كمية جيدة من فيتامين (ك).

**سُمية فيتامين ك Toxicity of Vitamin K**

يعتبر فيتامين (ك) غير سام بالرغم من أنه من الفيتامينات الذائبة في الدهن، ويعزى ذلك إلى سرعة خروجه من الجسم. إلا أن الإفراط في تناول فيتامين (ك) الصناعي (الميناديون) يؤدي إلى الإصابة بالأنيميا واليرقان (Jaundice).

**٤ - فيتامين هـ Vitamin E (توكوفيرول Tocopherol أو توكوترينول Tocotrienol)**

يعتبر فيتامين (هـ) عاملاً مهمًا مضادًا للأكسدة (Antioxident) كما هو الحال بالنسبة لفيتامين (جـ)، ويتهدم بالحرارة والأكسجين والضوء، إلا أنه يقاوم الأحماض. يسمى فيتامين (هـ) توكوفيرول الذي يتوافر في عدة صور منها ألفا-توكوفيرول (فعاليته كفيتامين ١٠٠٪) وبيتا-توكوفيرول (٥٠٪) ودلتا-توكوفيرول (٢٠٪) وجاما-توكوفيرول (١٠٪). يشتمل التركيب البنائي للتوكوفيرولات على حلقة كرومان Chroman Ring بها مجموعة هيدروكسيل في الموقع ٦ مرتبطة بسلسلة جانبية ألفاتية مشبعة عبارة عن فينول.




التركيب البنائي لفيتامين هـ (ألفا-توكوفيرول)

**الوظائف الفسيولوجية (Physiological Functions)**

١ - مانع للأكسدة، يعمل فيتامين (هـ) أساسا كمانع للأكسدة لكثير من مركبات الجسم مثل الأحماض الدهنية غير المشبعة المتعددة PUFA والفوسفوليبيدات والـ LDL وفيتامين (جـ) عن طريق منحه للإلكترونات (هيدروجين) للمواد المؤكسدة.

٢ - المحافظة على سلامة أغشية كرات الدم الحمراء عن طريق منع تأكسد الـ PUFA الموجودة فيها بواسطة الشقوق الحرة.

٣ - زيادة معدل امتصاص فيتامين (ا) من الغذاء.

٤ - حماية الروابط المزدوجة الموجودة في ليبوبروتينات الدم أو الأحماض

الدهنية غير المشبعة من التهدم.

٥ - يساعد على تصنيع قرين الإنزيم كيو (Coenzyme Q).

**الاحتياجات اليومية Daily Requirements (RDA، ١٩٨٩م)**

١ - البالغون (١٩-٥٠سنة) - ١٠ ملّيجرام ألفا-مكافئ التوكوفيرول/ يوم

٢ - البالغات (١٩-٥٠ سنة) - ٨ ملّيجرام ألفا-مكافئ التوكوفيرول/ يوم.

**المصادر الرئيسة (Main Sources)**

١- الأغذية النباتية، تشمل الزيوت النباتية كالمارجرين والسمن النباتي وزيت حبة القمح وزيت الذرة وغيرها من الزيوت النباتية، وكذلك الخضراوات الورقية وجنين الحبوب والخوخ (Peaches) والأسبارجس (Asparagus) ومنتجات الحبوب والمكسرات.

٢ - الأغذية الحيوانية؛ تشمل الكبد وصفار البيض.

**أعراض النقص (Deficiency Symptoms)**

١ - تهدم كرات الدم الحمراء.

٢ - تلف الأعصاب.

٣ - الشعور بالتعب وعدم القدرة على المشي.

٤ - التعرض للإصابة بالسرطان خصوصا في حالة انخفاض مستوى السيلينيوم Selenium في مصل الدم (السيرم).

٥ - التعرض للإصابة بمرض تليف كيبس الثدي Fibrocystic breast disease

٦ - تجمع للسوائل تحت الجلد (الأديما)

٧ - الإصابة بالتغوط الدهني (Steatorrhea)، وتليف المرارة Blader (Cirrhosis of Gall).

وبشكل عام تظهر أعراض نقص فيتامين هـ على الشخص في حالة وجود ضعف في معدل امتصاص الدهون، خصوصا إذا صاحب ذلك انخفاض في مستوى السيلينيوم في مصل الدم. كما أن الأشخاص المدخنين يكونون أكثر عرضة للإصابة بنقص فيتامين (هـ).

### سُمية فيتامين هـ (Toxicity of Vitamin E)

يعتبر فيتامين (هـ) بشكل عام غير سام ومأمون، إلا أن تناول جرعات مفرطة منه (زيادة على ٨٠٠ ملّيجرام يوميًا) يمكن أن يسبب للشخص صداعًا وضعفًا عامًا وإجهادًا ورؤية غير واضحة ودوخة (دوار)، وتظهر هذه الأعراض بوضوح عندما يتعاطى الشخص الأدوية المانعة لتجلط الدم (Anticoagulant). كما أن تناول جرعات مفرطة من فيتامين (هـ) يثبط عملية أيض فيتامين (ك) في الجسم.

### ثانيا: الفيتامينات الذائبة فى الماء (Water Soluble Vitamins)

هي مركبات عضوية (أي تحتوي على ذرات الكربون) خالية من الطاقة، ويحتاجها جسم الإنسان بكميات ضئيلة جدًا كمرافقات أنزيمات ضرورية لتنشيط التفاعلات الأيضية للكربوهيدرات والدهون والبروتين المولدة للطاقة. تشمل الفيتامينات الذائبة في الماء مجموعة فيتامينات ب (ب١ وب٢ وب٦ وب١٢) والنياسين والفولات وحمض البانتوثنيك والبيوتين) وفيتامين (ج). تتميز الفيتامينات الذائبة في الماء بالآتي:

١ - تطرح الكمية الزائدة منها خارج الجسم من خلال الكليتين (مع البول) لذا تعد غير سامة للإنسان فيما عدا النياسين وفيتامين (ب٦) (فيتامين ب١٢ يخزن بكميات كبيرة في الجسم).

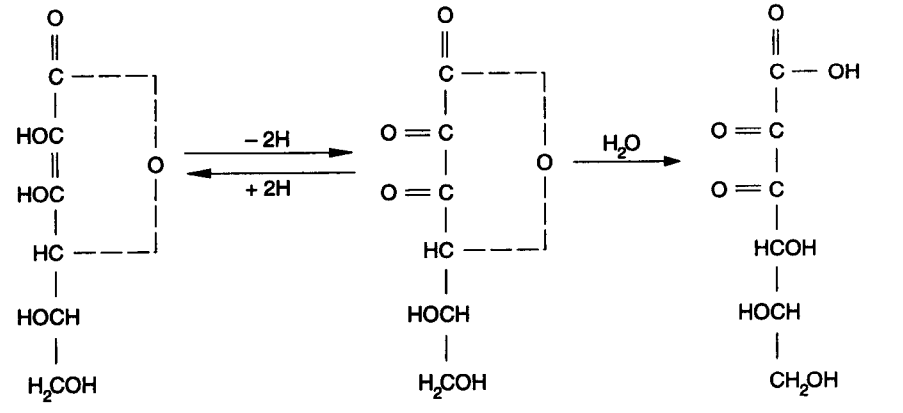
٢ - قابلة للذوبان في الماء، لذا يفقد جزء كبير منها خلال عملية الطهي (يذوب في الماء ويتهدم بالحرارة).

يجب أن يحصل الإنسان على الفيتامينات الذائبة في الماء من الغذاء؛ لأنه غير قادر على تصنيعها فيما عدا بعض الفيتامينات التي يمكن تصنيعها بكميات محدودة مثل النياسين (يصنع من الحمض الأميني تربتوفان) والبيوتين (يصنع بواسطة بكتريا القولون). يوجد فيتامين النياسين والكولين في صور غير فعالة فسيولوجيا في الغذاء والتي تتحول إلى الصور الفعالة داخل الجهاز الهضمي للإنسان. عند تناول الطعام تتحرر الفيتامينات الذائبة في الماء (في المعدة والأمعاء) من صورة قرائن أنزيمات (Coenzyme Forms) إلى فيتامينات حرة (Free Vitamins) التي تمتص (٥٠-٩٠٪ مجموعة فيتامينات ب و٨٠-٩٠٪ فيتامين جـ) من خلال

جدار الأمعاء الدقيقة إلى الدورة الدموية . ويمكن لاحقا أن يصنع قرين الأنزيم داخل الخلايا عند الحاجة إليه لتنشيط التفاعلات الكيماوية الضرورية لأكسدة العناصر الغذائية المولدة للطاقة .

**١ - فيتامين جـ Vitamin C (حمض الأسكوربيك Ascorbic Acid)**

يعد فيتامين (جـ) من أكثر الفيتامينات التي لاقت اهتماما كبيرا من علماء التغذية، وتستطيع معظم الحيوانات تصنيعه داخل الجسم من الجلوكوز فيما عدا الإنسان وخنازير غينيا والطيور وبعض الأسماك . يقاوم الأكسدة وهو في الصورة الصلبة، إلا أنه يتهدم بسرعة بالحرارة والأكسجين والضوء وهو في صورة محلول خصوصا في الوسط القلوي (مقاوم في الوسط الحمضي) . وبشكل عام إن فيتامين (جـ) يتهدم بسرعة جدا بفعل الأكسجين والحرارة والحديد والنحاس والضوء . التركيب البنائي لفيتامين (جـ) عبارة عن سلسلة كربونية (٦ ذرات كربون) محتوية على رابطة مزدوجة ما بين ذرتي الكربون رقم ٢ و٣، وكذلك على حلقة لاكتونية ما بين ذرتي الكربون رقم ١ و٤ .




التركيب البنائي لفيتامين جـ بأنواعه

**الوظائف الفسيولوجية (Physiological Functions)**

١ - يساعد على تصنيع الكولاجين (مادة لاحمة كروية تربط الخلايا بعضها مع بعض).

٢ - يعمل كمضاد للأكسدة مما يحمي فيتامين (أ) و(هـ) ومجموعة فيتامينات (ب) وألفولات والـ PUFA من التهدم.

٣ - يحسن من معدل امتصاص الحديد بمساعدة حمض الهيدروكلوريك.

٤ - يساعد على التئام الجروح؛ لأنه يدخل في تركيب المواد اللاحمة الموجودة في الشعيرات الدموية.

٥ - يسهل تحويل حمض الفوليك إلى حمض الفولينيك النشط فسيولوجيًا.

٦ - يساعد على مقاومة أمراض البرد والإنفلونزا والرشح والحمى (١ جرام يوميا).

٧ - يساعد على تصنيع بعض المركبات الأساسية في الجسم مثل الكارنيتين (Carnitine) والنورابينفيرين (Norepinephrine) والأبينفيرين وأحماض الصفراء وقواعد البيورين (Purine Bases) وهرمونات الأستيرويد (Steroid Hormones) والسيروتونين (Serotonin) (مهمة لنقل المنبهات العصبية)

٨ - يحسن من أداء الجهاز المناعي في الجسم عن طريق تنشيط الكرات الليمفاوية في الدم (Lymphocytes).

٩ - ضروري لأيض بعض الأحماض الأمينية مثل التربتوفان والتيروسين والفنيل ألانين.

**المصادر الرئيسة (Main Sources)**

١ - الفواكه - فواكه الحمضيات والجوافة والفراولة والشمام.

٢ - الخضراوات - الفلفل الأخضر والقرنبيط والبروكولي والكرنب والطماطم والخضراوات الطازجة.

**الاحتياجات اليومية Daily Requirements (RDA، ١٩٨٩م)**

١ - البالغون (١٩-٥٠ سنة) - ٦٠ ملّيجرام فيتامين (جـ)/ يوم

٢ - البالغات (١٩-٥٠ سنة) - ٦٠ ملّيجرام فيتامين (جـ)/ يوم

### أعراض النقص (Deficiency Symptoms)

١ - الإصابة بمرض الأسقربوط .

٢ - بطء التئام الجروح نتيجة عدم تكون مادة الكولاجين .

٣ - الإصابة بالنزف الدبوسي (Pinpoint Hemorrhages) .

٤ - الإصابة بالأديما (Edema) والالتهابات المتكررة .

٥ - حدوث نزف للدم في اللثة وتساقط الأسنان .

٦ - هشاشة العظام وآلام في المفاصل .

٧ - الإصابة بالأنيميا (خصوصا الأطفال) نتيجة انخفاض معدل امتصاص الحديد .

٨ - قد يساعد على الوقاية من السرطان .

وتظهر أعراض نقص فيتامين (جـ) عادة على الأشخاص الذين يتناولون الكحولات ، وكذلك المسنين المنعزلين الذين يتناولون وجبات غذائية فقيرة في محتواها من الفيتامين . كما أن قدرة الأشخاص المدخنين على تخزين فيتامين (جـ) في الجسم ضعيفة ، لذا توصي بعض الدراسات بضرورة تناولهم ١٠٠-٢٠٠ ملّيجرام فيتامين (جـ) يوميا لتأمين احتياجاتهم اليومية (RDA) .

### سُمية فيتامين جـ (Toxicity of Vitamin C)

تعاطي جرعة تزيد على جرامين يوميا (٣٣ ضعف الـ RDA) يؤدي إلى الآتي :

١ - الإصابة بالإسهال .

٢ - تكون حصاة الكلية .

٣ - الشعور بالغثيان والإجهاد .

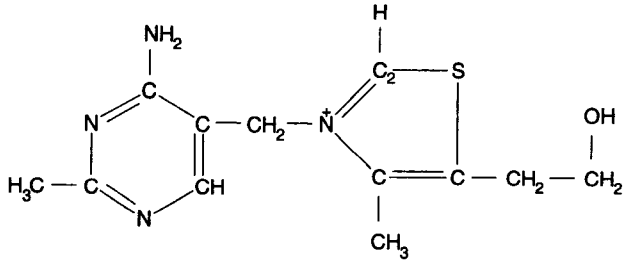
٤ - زيادة معدل امتصاص الحديد .

٥ - الإصابة بالأسقربوط الارتدادي.

٦ - التهاب المعدة واضطرابها.

**٢ - فيتامين ب١ Vitamin $B_1$ (الثيامين Thiamin)**

يتميز فيتامين (ب١) بسرعة تهدمه بالحرارة والأكسجين خصوصا عند طهي الطعام في المحاليل القلوية المحتوية على صودا الخبيز (Baking Soda) أو أملاح الكبريت (مادة حافظة). والتركيب البنائي لفيتامين (ب١) عبارة عن حلقة بريميدين (Pyrimidine) وحلقة ثيازول (Thiazol) متصلتين ببعضهما بواسطة رابطة مشتركة، وتؤدي عملية طهي الطعام إلى تكسير هذه الرابطة المشتركة مما يفقد فيتامين (ب١) فعاليته كفيتامين.




Thiamin (Vitamin B1)
ثيامين (فيتامين ب١)

**الوظائف الفسيولوجية (Physiological Functions)**

١ - تعمل الصورة النشطة فسيولوجيا (الثيامين بيروفوسفات، TPP) كقرين أنزيم الضروري لأيض البروتينات والدهون والكربوهيدرات المولدة للطاقة.

٢ - يساعد الـ TPP على تكوين سكر الريبوز الخامس الذي يدخل في تكوين الـ RNA من الجلوكوز.

٣ - يساعد الجهاز العصبي للقيام بوظائفه الحيوية عن طريق تحفيز تصنيع نواقل المنبهات الخارجية (السيروتونين والأستيل كولين) وإمداد الطاقة التي تحتاجها

الأنسجة العصبية وتنظيم انتقال المنبهات Impulse .

**الاحتياجات اليومية Daily Requirements (RDA، ١٩٨٩م)**

١ - البالغون (١٩-٥٠ سنة) - ١,٥ ملّيجرام فيتامين (ب١)/ يوم

٢ - البالغات (١٩-٥٠ سنة) - ١,١ ملّيجرام فيتامين (ب١)/ يوم

**المصادر الرئيسة (Main Sources)**

يتوافر في معظم الأغذية الحيوانية والنباتية، إلا أنه يوجد بكثرة في الأغذية التالية :

١ - أغذية نباتية، جنين القمح والخميرة الجافة والحبوب الكاملة (خصوصا الخبز الأسمر) والمدعمة والبقوليات .

٢ - أغذية حيوانية، الكبد والكلى واللحوم (متوسطة المحتوى من الفيتامين) .

**أعراض النقص (Deficiency Symptoms)**

١ - الإصابة بمرض البري بري (Beriberi) خاصة الذين يتناولون الأرز المبيض غير المدعم أو الخبز الأبيض غير المدعم .

٢ - حدوث خلل في الجهاز العصبي وصعوبة التحكم في اليدين والرجلين .

٣ - حدوث خلل في مسارات أيض العناصر الغذائية خصوصا الكربوهيدرات ، مما يؤدي إلى تراكم حمض البيروفيك والكيتوكلوتاريك اللذين يتكونان خلال دورة كربس .

٤ - تضخم القلب وحدوث فشل في وظائفه .

وبشكل عام يكون الأشخاص المدمنين على المسكرات (معدل الامتصاص منخفض جدا) أكثر عرضة للإصابة بأعراض نقص فيتامين (ب١) التي تظهر في صورة فقدان للذاكرة واضطرابات عقلية وضعف في الجهاز العصبي (عدم القدرة على التحكم في الأيدي والأرجل) .

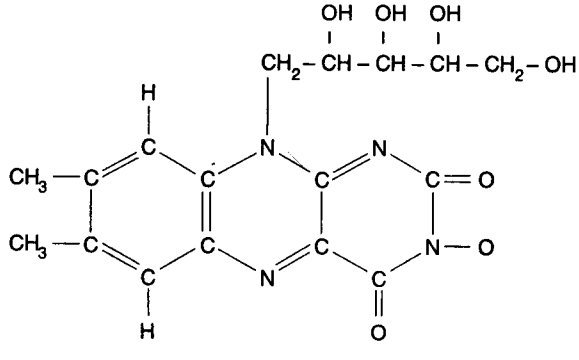
**سُمية فيتامين ب١ (Toxicity of Vitamin $B_1$)**

لا يحدث تسمم للإنسان من الإفراط في تناول الأغذية الغنية بفيتامين (ب١).

**٣ - فيتامين ب٢ (الريبوفلافين Riboflavin)**

هناك صعوبة لتحديد أعراض نقص فيتامين (ب٢) لوجود تشابه كبير بين هذه الأعراض وتلك التي تحدثها بعض مجموعة فيتامينات ب (فيتامين ب١ وب٦ والفولات) التي تتوافر عادة في الأغذية نفسها التي يوجد بها فيتامين (ب٢).

يتميز فيتامين (ب٢) بمقاومته للأحماض وحرارة الطهي والأكسجين، إلا أنه يتهدم بسرعة في الوسط القلوي وعند تعرضه للضوء (الأشعة فوق البنفسجية). يشتمل التركيب البنائي لفيتامين (ب٢) على ثلاث حلقات متصلة ببعضها تسمى مجموعة الفلافين (Flavin Part) التي تتصل بمركب مشابه للسكريات الأحادية يسمى الريبتول (Ribitol). يوجد فيتامين (ب٢) في صورة قرائن أنزيمات نشطة فسيولوجيا هي فلافين أدينين ثنائي النيكليوتيد FAD وفلافين أحادي النيكليوتيد FMN. ويوجد فيتامين (ب٢) في الأغذية في صورة FAD وFMN فيما عدا منتجات الحبوب المدعمة.




Vitamin B2 (Riboflavin)
فيتامين ب٢ (الريبوفلافين)

**الوظائف الفسيولوجية (Physiological Functions)**

١ - تعمل الصورة النشطة فسيولوجيا (FAD وFMN) كقرائن للعديد من الأنزيمات (أنزيمات الديهيدروجينيز) اللازمة لأيض الدهون والكربوهيدرات والبروتينات المولدة للطاقة كما هو موضح أدناه :

( أ ) FAD يعمل كقرين أنزيم خلال دورة كربس .

(ب) FAD يعمل كقرين أنزيم خلال مسار أكسدة الدهون (B-Oxidation) .

(جـ) FMN وFAD يعملان كقرائن أنزيمات خلال مسار سلسلة نقل الإلكترونات .

٢ - يحافظ على الرؤية لأنه ينشط العصب البصري ويحمي العين من الموجات الضوئية القصيرة .

٣ - يساعد على تحويل حمض التربتوفان إلى نياسين .

**الاحتياجات اليومية Daily Requirements (RDA، ١٩٨٩م)**

١ - البالغون (١٩-٥٠ سنة) - ١,٧ ملّيجرام فيتامين (ب٢)/ يوم .

٢ - البالغات (١٩-٥٠ سنة) - ١,٣ ملّيجرام فيتامين (ب٢)/ يوم .

وبشكل عام يوصى بتناول ٠,٦ ملّيجرام فيتامين (ب٢) يوميا/ ١٠٠٠ سعرة .

**المصادر الرئيسة Main Sources**

١ - الأغذية النباتية - الخميرة وجنين الحبوب والحبوب المدعمة والمشروم والسبانخ والحبوب الكاملة .

٢ - الأغذية الحيوانية - الحليب والكبد وجبن الكوتاج (منخفض الدهن) واللحوم .

**أعراض النقص Deficiency Symptoms**

١ - التهاب اللسان (نعومة اللسان Glossitis يليها تشقق زوايا الفم Cheilosis) .

٢ - التهاب الغدد الدهنية (Seborrheic Dermatitis) (تراكم المواد الدهنية على الجبهة).

٣ - خلل في الجهاز العصبي.

٤ - التهاب العين (حكة وحرقان وتدميع وزيادة الحساسية للضوء) نتيجة امتلاء الشعيرات الدموية في القرنية بالدم.

٥ - طفح جلدي (Skin Rash).

تظهر الأعراض المذكورة أعلاه كاملة على الشخص بعد شهرين من تناول الوجبة الغذائية الفقيرة بفيتامين (ب٢) (تحتوي على ١/٤ الـ RDA). وبشكل عام يندر جدا ظهور أعراض نقص فيتامين (ب٢) على الإنسان فيما عدا الأشخاص المدمنين على المسكرات، وكذلك الأشخاص الذين يهملون تناول الحليب ومنتجاته بشكل منتظم.

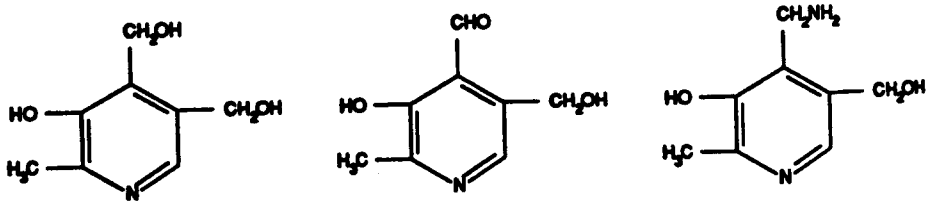
### سُمية فيتامين ب٢ (Toxicity of Vitamin $B_2$)

لا توجد تقارير تثبت حدوث تسمم للإنسان نتيجة تناول كميات مفرطة من فيتامين (ب٢).

### ٤ - فيتامين ب٦ Vitamin $B_6$ (البيريدوكسين Pyridoxine أو حمض البيريدوكسيك Pyridoxic Acid)

ظهرت أعراض نقص فيتامين (ب٦) عام ١٩٥٠م على الأطفال الرضع الذين تغذوا على الحليب الصناعي (Formulas) المعامل بالحرارة المرتفعة جدا (Oversterilized) التي أدت إلى تهدمه، لذا فإن المصنعين - حاليا - يولون اهتماما خاصا لمستوى فيتامين (ب٦) في الحليب الصناعي. يتميز فيتامين (ب٦) بمقاومته للحرارة والحموضة، إلا أنه يتهدم في الوسط القلوي وعند تعرضه للأشعة فوق البنفسجية (الضوء). هناك ثلاث صور لفيتامين (ب٦) هي البيريدوكسامين (PM) Pyridoxamin البيريدوكسال Pyridoxal (PL) والبيريدوكسين Pyridoxine (PN)، وتتحول

جميعها إلى الصورة النشطة فسيولوجيا المسماة فوسفات البيريدوكسال Pyri- (PLP) doxal Phosphate . تشتق جميع صور فيتامين (ب٦) من حلقة البيريدين Pyridin .




Pyridoxine
بيريدوكسين (PN)

Pyridoxal
بيريدوكسال (PL)

Pyridoxamine
بيريدوكسامين (PM)

## الوظائف الفسيولوجية (Physiological Functions)

١ - يعمل الشكل النشط فسيولوجيا (PLP) كقرين أنزيم الضروري لأيض الأحماض الأمينية (البروتينات)، ومن الأنزيمات التي تحتاج إلى الـ PLP ما يلي :

الترانس أمينيز (Transaminase) والترانس سيلفيريز (Transulfurase) والديأمينيز (Deaminase) والديسلفيريز Desulfurase والديكربوكسيليز (Decarboxylase) .

يتضح مما ذكر آنفا أن جسم الإنسان لا يستطيع تصنيع الأحماض الأمينية غير الأساسية (NEAA) الأحد عشر في حالة غياب فيتامين (ب٦) النشط فسيولوجيا؛ أي تصبح الأحماض الأمينية العشرون جميعها أساسية ويلزم تناولها مع الغذاء .

٢ - يساعد على تصنيع العديد من المركبات ومكونات الجسم الحيوية مثل :

(ا) الأجسام المضادة (كرات الدم البيضاء) اللازمة لحماية الجسم من العدوى البكتيرية والأمراض .

(ب) حلقات البورفيرين التي تدخل في تركيب هيموجلوبين الدم الضروري لحمل الأكسجين .

(جـ) السفنجوليبيدات Sphingolipids التي تحيط بالأطراف العصبية Myelin .

٣ - المحافظة على أداء الجهاز العصبي؛ لأنه يساعد على تصنيع نواقل

منبهات الأعصاب Neurotransmiters مثل السيروتونون والنورابينفيرين وجاما-حمض البيوتريك الأمين Gama Amino Butyric Acid (GABA).

٤ - يساعد على تهدم الجليكوجين إلى جلوكوز.

٥ - يساعد على تحويل حمض اللينوليك إلى حمض الأراكيدونيك.

**الاحتياجات اليومية Daily Requirements (RDA، ١٩٨٩م)**

١ - البالغون (١٩-٥٠ سنة) - ٢ ملّيجرام فيتامين (ب٦)/ يوم.

٢ - البالغات (١٩-٥٠ سنة) - ١,٦ ملّيجرام فيتامين (ب٦)/ يوم.

**المصادر الرئيسة (Main Sources)**

١ - الأغذية النباتية - الموز والبلح الجاف والشمام والبروكولي والسبانخ وجنين القمح.

٢ - الأغذية الحيوانية - اللحوم والأسماك والدواجن والكبد (معدل الامتصاص مرتفع مقارنة بالأغذية النباتية).

**أعراض النقص (Deficiency Symptoms)**

١ - الإصابة بالأنيميا ذات كرات الدم الصغيرة Microcytic Anemia.

٢ - التهاب اللسان (نعومة اللسان Glossitis وتشقق زوايا الفم Cheilosis).

٣ - تغيرات في سلوك الشخص في صورة اكتئاب وشعور بالضعف وتشوش أوارتباك Confusion والتهاب وصداع ونوبات تشنجات (Convulsion).

٤ - ارتعاش العضلات (Muscle Twitching).

٥ - تهيج الغدد العرقية.

٦ - تقشر الجلد (Flaky Skin).

٧ - التهاب الغدد الدهنية (تراكم المواد الدهنية على الجبهة وحول العين والفم)

٨ - حدوث نوبات تشنجية (Convulsive Seizures) لدى الرضع. يندر جدا ظهور أعراض نقص فيتامين (ب٦) على الإنسان، إلا في حالة تعاطي مضاد

الفيتامين أو شرب المسكرات أو تناول أنواع محددة من الأدوية.

### سُمية فيتامين ب٦ (Toxicity of Vitamin $B_6$)

تعاطي الشخص ما يقرب من ٢-٦ جرامات فيتامين (ب٦) يوميا لمدة ٢-٤٠ شهرا ربما يؤدي إلى تهدم الأعصاب وفقدان الإحساس وعدم القدرة على المشي.

### ٥ - فيتامين ب١٢ Vitamin $B_{12}$ (السيانوكوبالامين Cyanocobalamine)

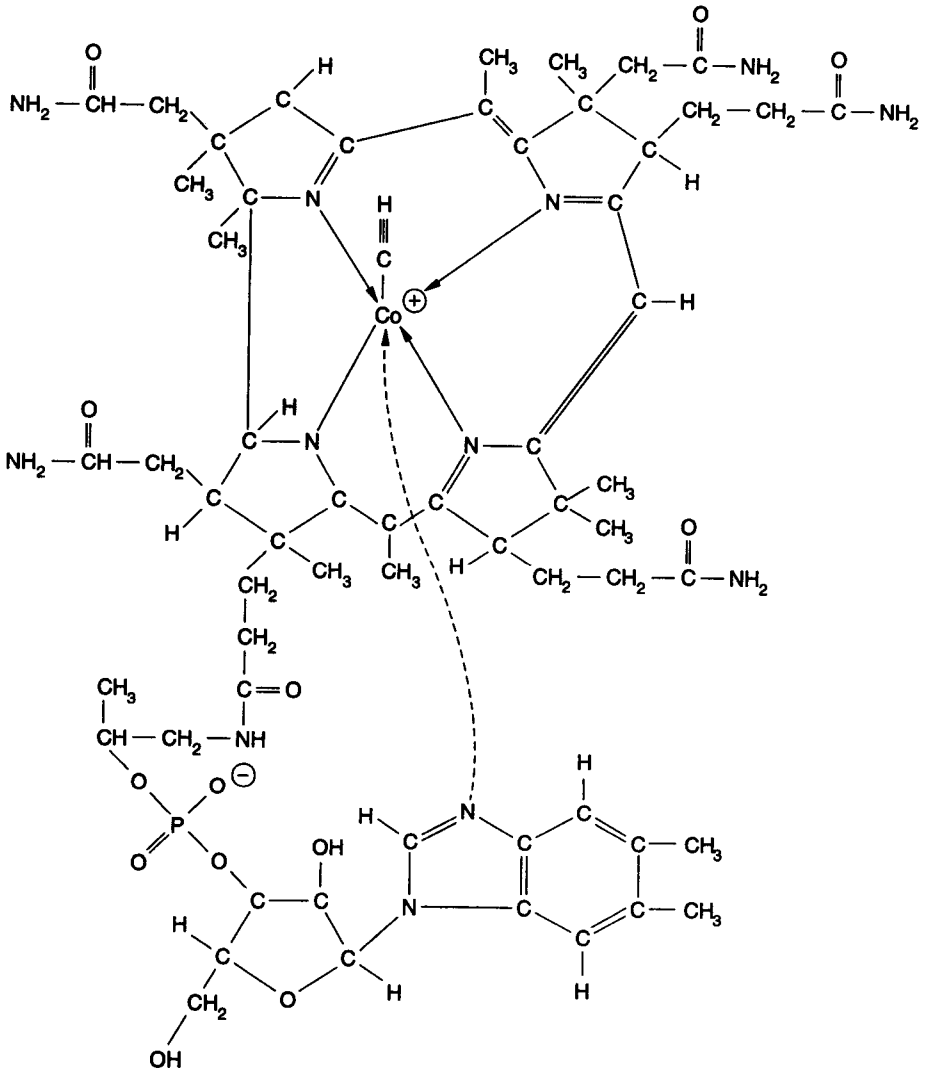
يوجد فيتامين (ب١٢) فقط في الأغذية من المصادر الحيوانية، و يحتوي على عنصر الكوبالت (Cobalt) بنسبة ٤٪، لهذا أطلق عليه اسم الكوبالامين. يتميز فيتامين (ب١٢) بتحمل الحرارة (حرارة الطهي) في الوسط المتعادل، إلا أنه يتأثر بالأحماض والقواعد والضوء والأكسجين والحرارة في الوسط القاعدي والحامضي. ويتألف التركيب البنائي لفيتامين (ب١٢) من جزءين رئيسين هما حلقة الكورين (Corrin Ring) المحتوية على ذرة كوبالت (CO) مرتبطة بالسيانيد، وكذلك على حلقة النيكليوتيد (Nucleotide Ring) المحتوية على سكر الريبوز الخماسي وحمض الفوسفوريك. هناك عدة صور لفيتامين (ب١٢) منها:

١ - هيدروكسي كوبالامين وميثيل كوبالامين: يتوافران في منتجات الحليب.

٢ - دي أوكسيادينوسيل كوبالامين (5-Deoxyadenosylcobalamin) يوجد في اللحوم وأنسجة الجسم (قرين أنزيم)

٣ - السيانوكوبالامين: يصنع بواسطة البكتريا، ويستخدم في صناعة مدعمات الفيتامين.

تستطيع الحيوانات المجترة كالأبقار والأغنام تصنيع فيتامين (ب١٢) في معداتها المركبة (المعدة الأولى Rumen)، كما أنها تحصل عليه من التربة (مصدر غني بفيتامين ب١٢ لاحتوائها على الميكروبات) أثناء رعيها الحشائش (Grazing) المختلطة بها.



Cyanocobalamin (Vitamin B12)

سيانوكوبالامين (فيتامين ب١٢)

التركيب البنائى لفيتامين ب١٢

### الوظائف الفسيولوجية (Physiological Functions)

١ - يحافظ على أغلفة الميلين (Myelin Sheaths) التي تعزل أو تفصل الألياف العصبية (Nerve Fibers) بعضها عن بعض، حيث إن نقص فيتامين (ب١٢) يؤدي إلى حدوث تكسر لأغلفة الميلين خصوصا في الحبل الشوكي مما يؤدي إلى الشلل ثم الموت.

٢ - يساعد على تحويل حمض الفوليك إلى الصورة النشطة فسيولوجيا (الفولينيك) الضرورية لتصنيع الـ DNA وكرات الدم الحمراء داخل نخاع العظام.

٣ - يساعد على تصنيع بعض المركبات الحيوية في الجسم مثل الكولين من الميثيونين والسكسينات من الميثيل مالونات (Methylmalonate) والميثيونين من الهوموسيستاين (Homocysteine)، وكذلك تصنيع مركب ٥-ميثيل حمض الفوليك (5-N, Methyl TH4).

### الاحتياجات اليومية Daily Requirements (RDA، ١٩٨٩م)

١ - البالغون (١٩-٥٠ سنة) - ٢ ميكروجرام فيتامين (ب١٢)/ يوم.

٢ - البالغات (١٩-٥٠ سنة) - ٢ ميكروجرام فيتامين (ب١٢)/ يوم.

### المصادر الرئيسة (Main Sources)

١ - الأغذية الحيوانية - الكبد والكلى والمحار والأسماك الصدفية واللحوم والبيض والحليب (غير المعقم) والأغذية من المصادر الحيوانية.

٢ - البكتريا - تُصنع بكتريا الأمعاء فيتامين (ب١٢) بكميات لا بأس بها.

### أعراض النقص (Deficiency Symptoms)

١ - إصابة الإنسان بالأنيميا التي تعرف باسم (Macrocytic or Megaloblastic Anemia) التي تتميز بكبر حجم كرات الدم الحمراء غير الناضجة نتيجة احتوائها على

النواة. تشبه أعراض نقص هذه الأنيميا تلك الناتجة من نقص فيتامين الفولات Fo-late، كما أن حقن المريض بفيتامين (ب١٢) يؤدي إلى شفائه من الأنيميا الخبيثة (عودة كريات الدم الحمراء إلى الوضع الطبيعي) خلال ١-٢ يوم.

هناك عوامل متعددة تسبب الإصابة بالأنيميا الخبيثة منها:

انخفاض معدل امتصاص فيتامين (ب١٢) من خلال جدار الأمعاء نتيجة توقف إفراز خلايا المعدة للعامل الداخل (Intrinsic Factor) الذي يساعد على امتصاص الفيتامين، وكذلك نتيجة استئصال المعدة أوجزء منها، أو حدوث التهاب الطبقة المبطنة للمعدة أو وجود طفيليات في المعدة تنافس العائل على فيتامين (ب١٢).

٢ - تهدم أغلفة الميولين والحبل الشوكي ثم الوفاة.

٣ - الشعور بالضعف واللامبالاة (Apathy) وآلام في الظهر.

٤ - خلل في البصر يسمى الكمش الغذائي (Nutritional Amblypia)

يحتمل ظهور أعراض نقص فيتامين (ب١٢) على المسنين نتيجة انخفاض معدل امتصاص الفيتامين مع تقدم العمر وكذلك على النباتيين المتزمتين نتيجة عدم تناولهم الأغذية الحيوانية الغنية بفيتامين (ب١٢) ويستلزم ذلك تعاطيهم لمدعمات فيتامين (ب١٢).

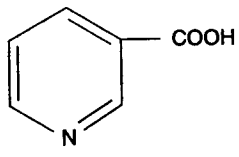
### سُمية فيتامين ب١٢ Toxicity of Vitamin $B_{12}$

يعتبر فيتامين (ب١٢) غير سام للإنسان.

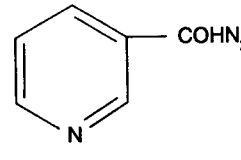
### ٦ - النياسين Niacin (فيتامين ب٣ Toxicity of Vitamin $B_3$)

يسمى حمض النيكوتينيك (Nicotinic Acid) أو نيكوتين أميد (Nicotinamide)، ويتميز بمقاومته للحرارة والأحماض والقلويات والضوء والأكسجين والتعقيم (من أكثر الفيتامينات ثباتا)، إلا أن جزءا كبيرا منه يفقد أثناء السلق؛ لأنه قابل للذوبان في الماء. والتركيب البنائي للنياسين عبارة عن حلقة

بيريدين ( Pyridin) متصلة عند ذرة الكربون رقم ٢ بمجموعة كربوكسيل . هناك صورتان نشيطتان فسيولوجيا (قرائن إنزيمات) للنياسين هما نيكوتين أميد أدنين ثنائي النيكليوتيد (NAD) Nicotinamide Adenine Dinucleotide ونيكوتين أميد أدنين ثنائي النيكليوتيد فوسفات (NADP) Nicotinamide Adenine Dinucleotide Phosphate) .




Nicotinic Acid
نياسين (حمض النيكوتينك)




Nicotinicamide
نيكوتين أميد

**التركيب البنائي للنياسين والنيكوتين أميد**

**الوظائف الفسيولوجية Physiological Functions**

١ - تعمل الصورتان النشطتان فسيولوجيا (NAD وNADH) كقرائن للعديد من الأنزيمات الضرورية لأيض الدهون والكربوهيدرات والبروتينات من خلال المسارات الأيضية المختلفة مثل دورة كربس والجليكوليسيز Glycolysis (كمستقبلات للإلكترونات أو الهيدروجين) وسلسلة نقل الإلكترونات (كموانح للإلكترونات) .

٢ - يحافظ على صحة الجهاز العصبي وسلامة الجلد .

٣ - يحافظ على صحة الجهاز الهضمي .

٤ - يساعد على تصنيع سكر الريبوز وعلى خفض مستوى الجلوكوز في الدم .

**الاحتياجات اليومية Daily Requirements (RDA، ١٩٨٩م)**

١ - البالغون (١٩-٥٠ سنة) - ١٩ ملّيجرام نياسين/ يوم

٢ - البالغات (١٩-٥٠ سنة) - ١٥ ملّيجرام نياسين/ يوم

**المصادر الرئيسية (Main Sources)**

١ - الأغذية النباتية - المشروم والخميرة والجوز (Pecan) وزبدة الفول السوداني ونخالة القمح والتمر والبروكولي والخبز والحبوب المدعمة.

٢ - الأغذية الحيوانية - اللحوم والأسماك والدواجن والكبد والأغذية من المصادر الحيوانية.

ويستطيع الجسم تحويل الكميات الزائدة من حمض التربتوفان (بعد تخليق البروتين) إلى نياسين كما في المعادلة التالية:

١ مكافئ النياسين = ١ ملّيجرام نياسين = ٦٠ ملّيجرام تربتوفان

إجمالي كمية النياسين المتناولة في الغذاء = كمية النياسين في الغذاء بالملّيجرام + كمية التربتوفان في الغذاء بالمليجرام / ٦٠

ويمكن تحديد كمية التربتوفان في الغذاء كالآتي:

(ا) حساب كمية البروتين المتناولة يوميا بالجرامات.

(ب) طرح القيمة المتحصل عليها في (ا) من الـ RDA للبروتين للحصول على الكمية الزائدة من البروتين التي تتحول إلى نياسين (بالجرامات).

(جـ) تُقسم القيمة المتحصل عليها في (ب) على ١٠٠ لتحديد كمية التربتوفان في البروتين (بالجرامات).

(د) تُضرب القيمة المتحصل عليها في (جـ) في ١٠٠٠ لتحويل كمية التربتوفان بالملليجرامات.

(هـ) يحسب إجمالي كمية النياسين المتناول في الغذاء طبقا للمعادلة المذكورة آنفا.

**أعراض النقص (Deficiency Symptoms)**

- الإصابة بمرض البلاجرا Pellagra (الجلد الخشن المتقشر) الذي يتميز بثلاثة أعراض رئيسة (Three-Ds)؛ هي الإسهال (Diarrhea) والتهاب الجلد (Dermatitis) (الأجزاء المعرضة للشمس) واضطرابات عقلية (Dementia)، ويسبق هذه الأعراض

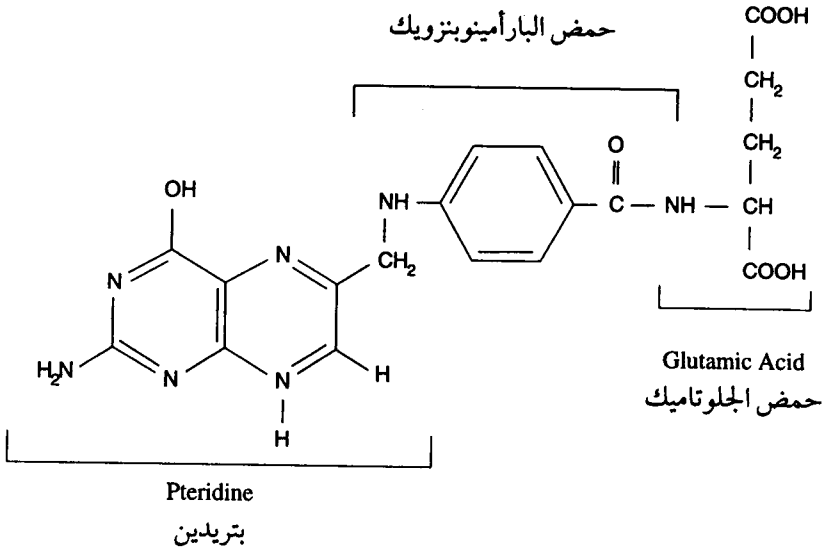
حدوث فقدان للشهية وانخفاض في الوزن وشعور بضعف عام وكآبة وتقيؤ ودوخة. وتظهر أعراض نقص النياسين في حالة سوء التغذية الحاد خصوصا عندما تكون الذرة (Corn) هي الغذاء الرئيسى.

### سُمية النياسين (Toxicity of Niacin)

يصاب الشخص بتسمم النياسين عند تعاطي جرعات مفرطة من الفيتامين تزيد على ١٠٠ ملّيجرام. وتظهر أعراض التسمم في صورة تورد (Flushing) للجسم نتيجة زيادة معدل سريان الدم في الأوعية الدموية، وكذلك طفح جلدي، وأكلان، وكثرة العرق، وشعور بالإجهاد، ودوخة، والتهاب للسان (ناعم ومتضخم).

### ٧ - الفولات Folate (حمض الفوليك Folic Acid أو الفولاسين Folacin)

يحصل الجسم على الفولات من الأغذية في صورة يكون فيها الفيتامين مرتبطا مع حمض الجلوتاميك (٧٥٪) تسمى Polyglutamate. يتميز الفولات بمقاومته للحرارة المرتفعة (١٠٠ جم) في الوسط القاعدي والمتعادل، إلا أنه يتلف بسرعة بالأحماض والأكسجين والضوء والحرارة (في الوسط الحمضي). يتألف الفولات من ثلاثة أجزاء هي (١) البتريدين Pteridine (٢) حمض البارا-أمينوبنزويك Par-Aminobenzoic Acid (٣) حمض الجلوتاميك Glutamic Acid. وتتكون الصورة النشطة فسيولوجيا بإضافة أربع ذرات هيدروجين إلى الفولات لتكوين حمض الفوليك رباعي الهيدروجين Tetrahydrofolic Acid (THFA أو TH4) (قرين الأنزيم).




**التركيب البنائى للفولاسين (حمض الفوليك)**

**الوظائف الفسيولوجية (Physiological Functions)**

١ - يعمل قرين الأنزيم على تصنيع الـ NAD الضروري لانقسام الخلايا السريع مثل خلايا الأمعاء وخلايا الجلد وخلايا الدم وأنسجة الأجنة.

٢ - ينقل قرين الأنزيم المجموعات أحادية الكربون (المثيل $CH_3$ والميثيلين $CH_2<$ والفورميل OCH والفورميمينول (-CH=NH) من مركب إلى آخر مما يؤدي إلى تكوين مركبات جديدة في الجسم مثل الثيمين والميثيونين والكولين.

٣ - تصنيع كرات الدم الحمراء (تصنيع الهيم Heme المكون لهيموجلوبين الدم).

**الاحتياجات اليومية Daily Requirements (RDA، ١٩٨٩م)**

١ - البالغون (١٩-٥٠ سنة) - ٢٠٠ ميكروجرام فولات/ اليوم.

٢ - البالغات (١٩-٥٠ سنة) - ١٨٠ ميكروجرام فولات/ اليوم.

**المصادر الرئيسة (Main Sources)**

١ - الأغذية النباتية - الخضراوات الورقية الخضراء والهليون والبروكولي واللفت والفراولة والموز وعصير البرتقال.

٢ - الأغذية الحيوانية - الكبد والكلى (البيض واللحوم الحمراء تعد مصادر متوسطة).

**أعراض النقص (Deficiency Symptoms)**

١ - الإصابة بالأنيميا ذات كرات الدم الحمراء المتضخمة Macrosytic Anemia.

٢ - حرقة في فم المعدة وإسهال نتيجة تكسر الخملات (تلافيف الأمعاء) Villi.

٣ - التهاب اللسان (ناعم ومتضخم).

٤ - تشوش وارتباك عقلي وشعور بالإجهاد.

(يتكسر ٥٠-١٠٠٪ من فيتامين الفولات أثناء طهي الطعام).

تظهر أعراض نقص الفولات أحيانا على المرأة الحامل نتيجة ازدياد احتياجاتها من الفيتامين لمواجهة ارتفاع معدل انقسام الخلايا في جسمها، وزيادة معدل تصنيع الـ DNA بسبب تكون أنسجة جديدة في جسمها (تكون الجنين والمشيمة وزيادة حجم الثديين وغيرها).

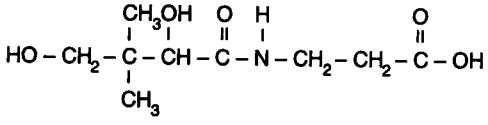
**سُمية الفولات (Toxicity of Folate)**

لا يعرف حدوث تسمم بعنصر الفولات حتى الوقت الحاضر.

**٨ - حمض البانتوثنيك Pantothenic Acid (فيتامين ب$_5$ Toxicity of Vitamin $B_5$)**

يتوافر حمض البانتوثنيك بكثرة في مجموعة واسعة من الأغذية، ويتميز بسرعة تهدمه بالحرارة والقلويات والأحماض وبعض الأملاح، إلا أنه يقاوم الأكسدة وحرارة الطهي في الوسط المتعادل. ويشتمل التركيب البنائي لحمض البانتوثنيك على الحمض الأميني بيتا-ألانين (Beta-Alanine) الذي يتصل بواسطة

رابطة ببتيدية مع هيدروكسي مثيل حمض البيوتريك Hydroxy Methyl Butyric Acid المحتوي على مجموعتي ميثيل ($CH_3$). الصورة النشطة فسيولوجيا لحمض البانتوثنيك (قرين الأنزيم) هي قرين الإنزيم أ (Coenzyme A).



Pantothenic Acid
حمض البانتوثنيك

**الوظائف الفسيولوجية (Physiological Functions)**

١ - يؤدي دورا مهما في عملية أيض الكربوهيدرات والدهون؛ لأنه ينقل مجموعة الأستيل (في صورة Acetyl CoA) الناتجة من عملية أيض العناصر الغذائية إلى داخل دورة كربس. كما أنه ينقل مجموعة الأسيل (Acyl Group) خلال أكسدة الدهون (β-Oxidation) قبل دخولها دورة كربس في صورة أستيل كوإنزيم ا. كما يستخدم CoA في الخطوات الأولى من عملية تصنيع الأحماض الدهنية.

٢ - يدخل في تركيب البروتين الحامل للأسيل (Acyl Carrier Protein) الذي يرتبط بالأحماض الدهنية ويتحرك بها جيئة وذهابا خلال مسار خاص لزيادة أطوالها.

٣ - تصنيع بعض المركبات الحيوية في الجسم مثل أستيل كولين والبورفيرين (صبغة حمراء في كرات الدم).

**الاحتياجات اليومية Daily Requirements (ESADDI، ١٩٨٩م)**

١ - البالغون (١٩-٥٠ سنة) - ٤-٧ ملّيجرام حمض بانتوثنيك/ اليوم.

٢ - البالغات (١٩-٥٠ سنة) - ٤-٧ ملّيجرام حمض بانتوثنيك/ اليوم.

**الأغذية الرئيسة (Main Sources)**

١ - الأغذية النباتية - المشروم والخميرة والسبانخ والطماطم والبطاطس والكرفس والبروكولي ونخالة القمح والتمر.

٢ - الأغذية الحيوانية - الكلى والكبد والبيض والمخ واللحوم والدواجن والحليب.

**أعراض النقص (Deficiency Symptoms)**

١ - حدوث تشنج وضعف في عضلات الرجلين.

٢ - الشعور بضعف عام وضيق وأرق وصداع ودوخة.

٣ - إحساس بتنميل ووخز خفيف في اليدين.

يندر جدا ظهور أعراض نقص حمض البانتوثنيك على الإنسان فيما عدا الأشخاص المدمنين على المسكرات بسبب تناول الأغذية الفقيرة بالفيتامين.

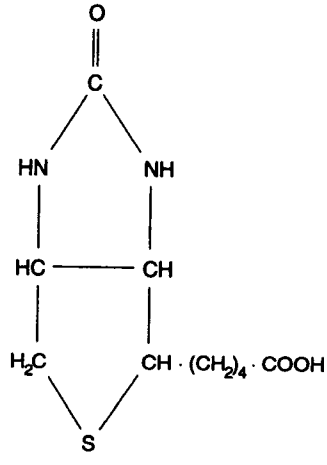
**سُمية حمض البانتوثنيك (Toxicity of Pantothenic Acid)**

لا يعرف تركيز حمض البانتوثنيك الذي يحدث تسمما للإنسان.

**٩ - البيوتين Biotin (فيتامين أتش Vitamin H)**

يعتبر البيوتين أحد فيتامينات (ب) المكتشف حديثا ويتميز بتحمله للحرارة والأحماض والضوء. والتركيب البنائي للبيوتين عبارة عن حمض أحادي الكربوكسيل (Monocarboxylic Acid) حلقي مشتق من اليوريا ويحتوي على مجموعة كبريت في حلقة الثيوفين (Thiophene Ring). يوجد البيوتين في صورتين هما البيوتين الحر (نشط فسيولوجيا) والبيوسيتين (Biocytin)، ويمثل الأخير الصورة غير النشطة للفيتامين. يشبه البيوسيتين البيوتين تماما في تركيبه البنائي، علاوة على أنه يتصل بالحمض الأميني ليسين (Lysine). يولد بعض الأطفال أحيانا ولديهم عيب خلقي بسبب انخفاض مستوى أنزيم البيوتينيديز (Biotinidase) (حوالي طفل

واحد لكل ١٠٠٠ مولود) الضروري لتحويل البيوسيتين إلى بيوتين (عن طريق فلق الليسين) ويؤدي ذلك إلى ظهور أعراض نقص البيوتين على هؤلاء الأطفال. يعالج الأطفال الذين لديهم نقص في أنزيم البيوتينيديز بإعطائهم جرعات كبيرة من البيوتين عند الولادة تعادل ٥٠-٢٠٠ ضعف المقررات الموصى بها ESADDI. تمتص الصورتان من خلال جدار الأمعاء، إلا أن البيوسيتين يمتص بمعدل أكبر من البيوتين، كما أنه يلزم فصل الليسين من البيوسيتين ليتحول إلى الصورة النشطة.




Biotin
بيوتين

### الوظائف الفسيولوجية (Physiological Functions)

١ - يعمل البيوتين كقرين أنزيم للعديد من الأنزيمات الضرورية لإضافة ثاني أكسيد الكربون (Carboxylation) إلى مركبات أخرى. ومن الأمثلة على ذلك إضافة ثاني أكسيد الكربون إلى حمض البيروفيك ليتحول إلى إوكسالوأسيتات داخل دورة كربس. كما يعمل البيوتين على إضافة CO2 خلال عملية تصنيع البيورينات (Burines) التي تدخل في تكون الـ DNA و RNA.

٢ - يعمل كقرين أنزيم لبعض الأنزيمات التي تساعد على نزع مجموعة

الأمين (NH2) Deamination من الأحماض الأمينية، كالسيرين والمثيونين والثريونين والأسبارتيك لتكوين أحماض أمينية جديدة؛ أي يساعد على انحلال بعض الأحماض الأمينية.

٣ - يساعد قرين الأنزيم على نزع ثاني أكسيد الكربون (Decarboxylation) من الحمض الأميني تربتوفان لتكوين النياسين.

٤ - يساهم في تصنيع الأجسام المضادة والأحماض الدهنية غير المشبعة.

٥ - يساعد على بناء وتهدم الجليكوجين Glycogen في الجسم.

**الاحتياجات اليومية Daily Requirements (ESADDI، ١٩٨٩م)**

١ - البالغون (١٩-٥٠ سنة) - ٣٠-١٠٠ ميكروجرام بيوتين/ اليوم.

٢ - البالغات (١٩-٥٠ سنة) - ٣٠-١٠٠ ميكروجرام بيوتين/ اليوم.

**المصادر الرئيسة (Main Sources)**

١ - الأغذية الحيوانية - صفار البيض والكبد والكلى والجبنه والسردين واللحوم.

٢ - الأغذية النباتية - القرنبيط والخميرة والفول السوداني والمشروم ونخالة القمح والبقوليات كالفاصوليا والبازلاء الجافة.

٣- البكتريا - تعد بكتريا الأمعاء مصدرا لا بأس به للبيوتين.

**أعراض النقص (Deficiency Symptoms)**

١ - اضطراب في عمل القلب.

٢ - فقدان الشهية للأكل، والشعور بالأرق والدوخة والكآبة.

٣ - جفاف الجلد وتقشره وسقوط الشعر.

٤ - الإصابة بالأنيميا.

٥ - التهاب اللسان وتغير لونه إلى الأرجواني.

هناك عوامل متعددة قد تؤدي إلى ظهور أعراض نقص البيوتين على الشخص منها تعاطي المسكرات وقلة أنزيم البيونينيديز (Biotinidase) في الجسم وتناول الأدوية المضادة للتشنج، وجميعها تقلل من معدل امتصاص الفيتامين. كما

أن تناول بياض البيض النيىء (غير المطهي) يعوق الاستفادة من البيوتين لأنه يحتوي على بروتين سام يسمى أفيدين (Avidin) له القدرة على الارتباط بالبيوتين لتكوين مركب معقد يصعب امتصاصه من خلال جدار الأمعاء.

## (٥ , ١) العناصر المعدنية

### أولا: العناصر المعدنية الكبرى (Macro Minerals)

هي مركبات غير عضوية - أي خالية من ذرات الكربون المرتبطة بذرات الهيدروجين- خالية من الطاقة وضرورية لاستمرار الحياة، ويحتاج منها الإنسان يوميا أكثر من ١٠٠ ملّيجرام. تشكل العناصر الكبرى حوالي ٥ , ٣٪ من وزن جسم الإنسان البالغ وهي تشمل الكالسيوم والفوسفور والمغنسيوم والبوتاسيوم والكبريت والصوديوم والكلوريد. تؤدي العناصر الكبرى وظائف حيوية في الجسم منها تكوين العظام والأسنان (P, Ca) والمساعدة على انقباض العضلات (Ca) وارتخائها (K, Mg, Na) وتنظيم الضغط الأسموزي (K, Cl, Na) وتنشيط بعض الأنزيمات (P, Mg, Ca) وتركيب الأنسجة الطرية (P في العضلات) والمحافظة على التوازن الحمضي القاعدي في الجسم (Ca وK وMg عناصر قاعدية وS وCl وP عناصر حمضية).

#### ١- الكالسيوم Calcium (Ca، و.ذ. = ٤٠)

يعتبر الكالسيوم من أكثر العناصر المتوافرة في جسم الإنسان، حيث يشكل حوالي ٥ , ١-٢ , ٢٪ من وزن الشخص البالغ-١٢٠٠ جرام، ٤٠٪ من إجمالي العناصر المعدنية-. تحتوي العظام والأسنان على حوالي ٩٩٪ من إجمالي الكالسيوم في الجسم والباقي (١٪) يوجد في بلازما الدم وسوائل الجسم (نشط فسيولوجيا). يوجد الكالسيوم في بلازما الدم في ثلاث صور هي: (١) الأيونات الحرة (٥٠٪، قابلة للتبادل مع كالسيوم الأسنان والعظام) (٢) الصورة المعقدة حيث يكون الكالسيوم متحدا مع الأحماض كالكبريتيك والفوسفوريك (٥٪، قابل للتبادل) (٣) متحد مع بروتينات البلازما كالألبيومين والجلوبيولين (٤٥٪، غير قابل للتبادل).

### الوظائف الفسيولوجية (Physiological Functions)

١ - المكون الرئيس للعظام والأسنان في صورة ملح الهيدروكس أباتيت $Ca_{12}(PO_4)_6O(OH)_2$ حيث تعمل الأستيوبلاستات Osteoplastes على ترسيب أملاح الكالسيوم في العظام وإفراز الكولاجين اللاحم بينما تعمل خلايا الأستيوكلاستات Osteoclastes على إزالة أملاح الكالسيوم الزائدة.

٢ - نقل منبهات الأعصاب من وإلى الأطراف العصبية عن طريق تصنيعه وتحريره للمستقبلات العصبية مثل الأستيل كولين والسيروتونين.

٣ - يساعد على تجلط الدم بتحويل مادة البروثرومبين إلى ثرومبين.

٤ - ينظم انقباض العضلات (ينظم تفاعل بروتينات العضلات كالأكتين والميوسين Myosin).

٥ - يقلل من الإصابة بسرطان القولون؛ لأن البراز يحتوي على كمية كبيرة من الكالسيوم الذي يرتبط بالأحماض الدهنية الحرة، وأحماض الصفراء، مما يجعلها غير قادرة على إحداث تهيجات في القولون.

٦ - خفض ضغط الدم (١ جرام Ca/ يوم).

### الاحتياجات اليومية Daily Requirements (RDA، ١٩٨٩م)

١ - البالغون والبالغات (١٩-٢٤ سنة) - ١٢٠٠ ملّيجرام كالسيوم/ اليوم.

٢ - البالغون والبالغات (٢٥-٥٠ سنة) - ٨٠٠ ملّيجرام كالسيوم/ اليوم.

### المصادر الرئيسة (Main Sources)

١ - الأغذية الحيوانية - الحليب ومنتجاته (باستثناء جبن الكوتاج) والأسماك الصغيرة (بالعظم كالسردين) والمحار والسالمون والربيان.

٢ - الأغذية النباتية - الخضراوات الورقية والبروكولي والبقوليات وخثارة فول الصويا Soybean Curd (Tofu). تجدر الإشارة إلى أن الخضراوات الورقية الخضراء تحتوي على حمض الأكساليك (Oxalic Acid) الذي يرتبط بالكالسيوم لتكوين معقد غير قابل للامتصاص من خلال جدار الأمعاء.

### أعراض النقص Deficiency Symptoms (RDA، ١٩٨٩م)

١ - إصابة البالغين بمرض ضمور العظام (Osteoporosis) الذي تصبح فيه العظام أقل حجما وأكثر سهولة للكسر نتيجة انسحاب المعادن الموجودة داخلها. هناك نوعان من مرض ضمور العظام هما: (١) النوع الاول الذي يحدث للمرأة بعد سن اليأس مباشرة (٢) النوع الثاني الذي يحدث للمسنين عامة. يصيب هذا المرض الإنسان نتيجة قلة إفراز هرمون الباراثيرويد (PTH) أو انخفاض معدل امتصاص الكالسيوم في الأمعاء أو قلة تناول الأغذية الغنية بالكالسيوم خلال مرحلة الشباب والبلوغ أو انخفاض إفراز هرمون الأستروجين بعد انقاطع الطمث. يمكن الكشف المبكر عن الإصابة بالمرض لدى البالغين بمتابعة التغير في طول الشخص.

١ - حدوث تشنج للبالغين والأطفال الذين يتغذون على الحليب الصناعي.

٢ - إعاقة النمو الطبيعي لدى الأطفال.

تكون المرأة أكثر عرضة للإصابة بأعراض نقص الكالسيوم نتيجة لقلة كمية الأغذية المحتوية على الكالسيوم التي تتناولها مقارنة بالرجل، علاوة على قلة الأنشطة العضلية التي تمارسها المرأة يوميا.

### سُمية الكالسيوم (Toxicity of Calcium)

تناول كميات تزيد على ٢٥٠٠ ملّيجرام كالسيوم يوميا، مع تناول كميات كبيرة من فيتامين (د) كما يحدث عند الأطفال الذين يتعاطون أغذية مدعمة بفيتامين (د) ويتناولون كميات كبيرة من الكالسيوم في الوقت نفسه - يؤدي إلى ترسيب الكالسيوم في الأنسجة الهشة مثل الكلى. وتكثر الإصابة بحصى الكلى (Kidney Stone) لدى الأشخاص الذين لديهم استعداد وراثي لذلك.

### ٢- الفوسفور Phosphorus (P، و.ذ. = ٣١)

تقدر نسبة الفوسفور في جسم الشخص البالغ بحوالي ٨, ٠-٢, ١٪ من وزن الجسم (٦٥٠ جراما، ٢٠٪ من إجمالي العناصر المعدنية). يوجد حوالي ٨٥٪

من الفوسفور في العظام والأسنان في صورة فوسفات الكالسيوم $Ca_3(PO_4)_2$ ، والباقي (١٥٪) يوجد في سوائل وخلايا الجسم في صورة فوسفات البوتاسيوم ($KPO_4$) والصوديوم($NaPO_4$) . يتوافر الفوسفور بكميات كبيرة جدا في الأغذية بالإضافة إلى أن معدل امتصاصه يصل إلى ٩٠٪، لذا يقل الاهتمام بمحتوى الغذاء من الفوسفور أثناء تخطيط الوجبات المتكاملة . يحسن فيتامين د الهرموني (Calcitrol) من امتصاص الفوسفور من خلال جدار الأمعاء كما هو الحال بالنسبة للكالسيوم .

**الوظائف الفسيولوجية (Physiological Functions)**

١ - يدخل في تركيب كثير من مركبات الجسم الحيوية مثل الـ DNA وRNA (مسؤولة عن نقل الصفات الوراثية) وATP (حامل للطاقة) وأغشية الخلايا (الفوسفولبيدات) والأنزيمات (Co-Carboxylase وPhosphokinase) وفوسفات فيتامين ب١ T.P.P. .

٢ - يدخل في تركيب العظام (٨٥٪) والأسنان في صورة أملاح الأباتيت .

٣ - يحافظ على التوازن الحمضي - القاعدي في الجسم عن طريق تفاعل أيونات الفوسفور مع أيونات الهيدروجين .

**الاحتياجات اليومية Daily Requirements (RDA، ١٩٨٩م)**

١ - البالغون والبالغات (١٩-٢٤ سنة) - ١٢٠٠ ملّيجرام فوسفور/ اليوم .

٢ - البالغون والبالغات (٢٥-٥٠ سنة) - ١٢٠٠ ملّيجرام فوسفور/ اليوم .

**المصادر الرئيسة (Main Sources)**

١ - الأغذية النباتية - الحبوب الكاملة والخبز الأسمر والمدعم والمنتجات المخبوزة والبقوليات والمشروبات الغازية والمكسرات .

٢ - الأغذية الحيوانية - اللحوم المصنعة والأجبان والسردين وصفار البيض والأسماك والدواجن . وبشكل عام يحصل الإنسان على حوالي ٣٠٪ من الفوسفور من المواد المضافة (Additives) للأغذية المصنعة كالأجبان واللحوم المملحة

والمشروبات الغازية والمنتجات المخبوزة وغيرها.

### أعراض النقص (Deficiency Symptoms)

١ - لا تُعرف أعراض نقص الفوسفور على الإنسان.

٢ - قد يحدث بطء في نمو العظام لدى الأطفال نتيجة عدم تكلسها.

### سُمية الفوسفور (Toxicity of Phosphorus)

يؤدي ارتفاع الفوسفور في مصل الدم (السيرم) إلى ارتباط أيونات الفوسفات بالكالسيوم مما يسبب حدوث تشنج Tetany or Convulsion (انقباض شديد للعضلات مع عدم القدرة على الارتخاء مرة أخرى).

## ٣- المغنسيوم Magnesium (Mg، و.ذ. = ٢٤)

يوجد المغنسيوم بكثرة في الأغذية النباتية مقارنة بالأغذية الحيوانية ويدخل في تكوين صبغة الكلوروفيل الموجودة في النباتات الخضراء. يتراوح معدل امتصاص المغنسيوم ما بين ٣٠-٤٠٪ ويزداد إلى ٧٥٪ في حالة تناول الأغذية الفقيرة بالمغنيسيوم. يوجد المغنسيوم في جميع أنسجة الجسم ويشكل حوالي ٠٣٧, ٠٪ من وزن جسم الشخص البالغ (٢٥ جراما، ٩, ٠٪ من إجمالي العناصر المعدنية). ويوجد حوالي ٧٠٪ من المغنسيوم على سطح العظام متحد مع أملاح الكالسيوم والفوسفور والكربونات و٢٪ في السوائل خارج الخلايا، و٢٨٪ داخل الخلايا. ويصنف المغنسيوم في المرتبة الثانية بعد البوتاسيوم من حيث أهميته في خلايا الجسم.

### الوظائف الفسيولوجية (Physiological Functions)

١ - يساعد على تنشيط عدد كبير جدا (أكثر من ٣٠٠) من الأنزيمات، ومنها الفوسفاتيز القلوي (Alkaline Phosphatase) والكولينيستريز (Cholinesterase) والأنوليز (Enolase) والأنزيمات الضرورية لتكوين الـ ATP.

٢ - يرتبط بـ ATP لتكوين ATP النشط .
٣ - يساعد على تنشيط عمل القلب .
٤ - يساعد على نقل المنبهات العصبية من خلية إلى أخرى .
٥ - يلزم لعملية ارتخاء العضلات عن طريق تنشيط أنزيم (Actomycin ATPase) .
٦ - يعمل على تجميع الريبوزومات واتصالها مع RNA (تصنيع البروتين) .
٧ - يساهم في عملية تمعدن العظام (Bone Mineralization) .

**الاحتياجات اليومية (Daily Requirements)**

١ - البالغون (١٩-٥٠ سنة) - ٣٥٠ ملّيجرام مغنسيوم/ اليوم .
٢ - البالغات (١٩-٥٠ سنة) - ٢٨٠ ملّيجرام مغنسيوم/ اليوم .

**المصادر الرئيسة (Main Sources)**

١ - الأغذية النباتية - نخالة القمح والخبز الأسمر والخضروات الخضراء كالبروكولي والفاصوليا والبازلاء وكذلك المكسرات .
٢ - الأغذية الحيوانية - اللحوم ومنتجات الحليب والجمبري (مصادر لا بأس بها) .

**أعراض النقص (Deficiency Symptoms)**

١ - عدم انتظام ضربات القلب .
٢ - تشوش الحس وفقدان الإحساس بالمكان والزمان .
٣ - آلام وتشنجات في العضلات والرجفان والرعشة .
٤ - هذيان وتشنجات وقد تحدث الوفاة في النهاية .
٥ - حركات غريبة وشاذة في العضلات خصوصا عضلات الوجه والعين .

هناك عوامل كثيرة تسبب نقص المغنسيوم، منها التعرق الشديد لعدة أسابيع، والتقيؤ أو الإسهال لفترة طويلة، وتعاطي دواء Thiazide Diuretics الذي يزيد من

فقدان المغنسيوم مع البول.

### سُمية المغنسيوم (Toxicity of Magnesium)

يترتب على تعاطي جرعات مفرطة من المغنسيوم حدوث فشل كُلوي (لأن الكُليتين تنظمان مستوى المغنسيوم في الدم) وضعف عام ودوخة وقلق أو ضيق Malaise.

### ٤- البوتاسيوم Potassium (K، و.ذ. = ١,٣٩)

يشكل البوتاسيوم حوالي ٠,٢١٪ من وزن جسم الشخص البالغ (١٣٠ جراما، ٥٪ من إجمالي العناصر المعدنية). ويعتبر من أكثر الكاتيونات توافرا في السوائل داخل الخلايا، حيث تنفذ أغشية الخلايا البوتاسيوم من خلالها بمعدلات مرتفعة جدا تصل إلى ١٠٠ ضعف مقارنة بالصوديوم والكلوريد. يشابه البوتاسيوم في وظائفه الصوديوم، إلا أنه يتميز بمقدرته على خفض ضغط الدم بدلا من رفعه. يتوافر البوتاسيوم بكثرة في الأغذية، بالإضافة إلى أن معدل امتصاصه مرتفع جدا (٩٠٪)، لذا يندر جدا ظهور أعراض نقصه على الإنسان. تحتوى السوائل داخل الخلايا على حوالي ٩٥٪ من إجمالي البوتاسيوم في الجسم، حيث يكون مرتبطا بأيونات الفوسفات والبروتينات (بعض البروتينات عبارة عن أنزيمات تعمل بكفاءة مرتفعة في وجود البوتاسيوم).

### الوظائف الفسيولوجية (Physiological Functions)

١ - المحافظة على التوازن الحمضي - القاعدي وحجم السوائل داخل الخلايا.

٢ - نقل منبهات الأعصاب على طول الأعصاب ومن الأعصاب إلى العضلات.

٣ - المحافظة على ضغط الدم.

٤ - يساهم في عملية أيض البروتينات والكربوهيدرات عن طريق تنشيط الأنزيمات الضرورية لتصنيع البروتين والجليكوجين في الجسم.

٥ - يساعد على ارتخاء العضلات.

**الاحتياجات اليومية (Daily Requirements) (الاحتياجات الدنيا، NRC)**

١ - البالغون (أكثر من ١٨ سنة) - ٢٠٠٠ ملّيجرام بوتاسيوم/ اليوم.

٢ - البالغات (أكثر من ١٨ سنة) - ٢٠٠٠ ملّيجرام بوتاسيوم/ اليوم.

**المصادر الرئيسة (Main Sources)**

١ - الأغذية النباتية - الخضراوات (الفاصوليا والبازلاء والهليون والبطاطس والخضروات الورقية والحبوب الكاملة، وكذلك الفواكه مثل: الموز والبرتقال والتفاح والزبيب والشمام والفواكه المجففة.

٢ - الأغذية الحيوانية - الحليب ومنتجاته واللحوم (مصادر لا بأس بها).

وتجدر الإشارة هنا إلى أن القهوة والشاي تزود الإنسان بكميات لا بأس بها من البوتاسيوم.

**أعراض النقص (Deficiency Symptoms)**

١ - عدم انتظام ضربات القلب وارتفاع ضغط الدم (ضعف في قدرة القلب على ضخ الدم)

٢ - الشعور باللامبالاة (Apathy) وفقدان الشهية للأكل.

٣ - اضطراب الجهاز العصبي والتنفسي.

هناك عوامل كثيرة تسبب نقص البوتاسيوم في الجسم، منها الإصابة بالإسهال، أو التقيؤ لمدة طويلة، وتناول الأغذية الفقيرة بالبوتاسيوم، واستعمال الأدوية المدرة للبول، والأدوية الخاصة بالتحكم في ضغط الدم مثل: Thiazides وFurosemide وغيرها.

**سمية البوتاسيوم (Toxicity of Potassium)**

يحدث التسمم بعنصر البوتاسيوم عندما يكون هناك ضعف في وظائف الكليتين؛ مما يؤدي إلى تراكم البوتاسيوم في الدم (Hyperkalemia)، وتثبيط في وظائف القلب (بطء في دقات القلب) وقد تحدث الوفاة في النهاية. لهذا يوصى بمتابعة مستوى البوتاسيوم (في الوجبة وفي الدم) لدى الأشخاص المصابين بضعف في وظائف الكليتين.

**٥- الكبريت Sulfur (S، و.ذ. = ٣٢,٠٦)**

يعتبر الكبريت من العناصر المهمة؛ لأنه يدخل في تركيب العديد من المركبات الحيوية في الجسم خصوصا الأحماض الأمينية الكبريتية (الميثيونين والسستين والسيستئين)، لذا فإن تناول الشخص للمقادير الموصى بها من البروتين يؤمن له احتياجاته اليومية من الكبريت. تقدر نسبة الكبريت في جسم الشخص البالغ بحوالي ٠,٢٩٪ من وزن الجسم (٢٠٠ جرام، ٨٪ من إجمالي العناصر المعدنية). كما يحتوي الجسم على كبريت غير عضوي (أملاح الكبريت) في صورة كبريتات البوتاسيوم والصوديوم والمغنسيوم.

**الوظائف الفسيولوجية (Physiological Functions)**

١ - أحد مكونات العديد من المركبات الحيوية في الجسم، مثل: الأحماض الأمينية الكبريتية (الميثيونين والسيستئين) وبروتين الكيراتين (يوجد في الأظافر والشعر) والهيبارين (مادة مانعة لتجلط الدم) وبعض الفيتامينات (البيوتين والثيامين) والهرمونات (الأنسولين) وبروتينات الأوتار والغضاريف والجلوتاثيون Glutathion (يوجد في كرات الدم الحمراء)

٢ - يحمي الجسم من المواد السامة مثل: Phenols و Cresols و Indoxyls، حيث يرتبط بها ويطرحها خارج الجسم.

٣ - يساهم في إعطاء جزيئات البروتين شكلها الطبيعي عن طريق الروابط المتكونة ما بين ذرتي الكبريت (Sulfur-Sulfur Bridges).

### الاحتياجات اليومية (Daily Requirements)

لم تصدر حتى الوقت الحاضر مقررات غذائية مقترحة (RDA) للكبريت، إلا أن تناول الشخص الكميات الموصى بها من البروتين يؤمن له كامل احتياجاته من الكبريت.

### الأغذية الرئيسة (Main Sources)

١ - الأغذية الحيوانية - اللحوم والأسماك والدواجن والبيض والأجبان (جميع الأغذية الحيوانية الغنية بالبروتين).

٢ - الأغذية النباتية - البقوليات كالفاصوليا الجافة والبازلاء والعدس (جميع الأغذية النباتية الغنية بالبروتين).

### أعراض النقص (Deficiency Symptoms)

* لا تعرف أعراض نقص الكبريت على الإنسان، إلا أن أعراض نقص البروتين تظهر أولا.

### سُمية الكبريت (Toxicity of Sulphur)

لا تعرف أعراض التسمم بالكبريت على الإنسان، إلا أنه يحدث بطء في النمو للحيوانات عند تغذيتها بكميات مفرطة من الكبريت.

## ٦- الصوديوم Sodium (Na، و.ذ. = ٢٣)

يعد الصوديوم من أكثر العناصر المعدنية التي يتوق إليها الإنسان في غذائه (في صورة ملح الطعام)، إلا أن علاقته بكثير من الأمراض يجعل الإنسان شديد الحذر والخوف من الإفراط في تناوله. يشكل الصوديوم حوالي ١٥,٠٪ من وزن جسم الشخص البالغ (٩٠ جراما، ٣,٥٪ من إجمالي العناصر المعدنية)، حيث يوجد ٦٠٪ منه في السوائل خارج الخلايا و١٠٪ في السوائل داخل الخلايا و٣٠٪ في الهيكل العظمي (جزء منه على سطح العظام وقابل للتبادل مع السوائل خارج

الخلايا). يقدر معدل امتصاص الصوديوم من خلال جدار الأمعاء بحوالي ١٠٠٪.

**الوظائف الفسيولوجية (Physiological Functions)**

١ - نقل المنبهات العصبية (Nerve Impulses) من خلية عصبية إلى أخرى ويتطلب ذلك طاقة (ATP).

٢ - المحافظة على توازن السوائل خارج الخلايا عن طريق تنظيم الضغط الأسموزي.

٣ - تنظيم التوازن الحمضي - القاعدي في سوائل الجسم للمحافظة على الرقم الهيدروجيني الأمثل (٧,٣٥-٧,٤٥)

**الاحتياجات اليومية (Daily Requirements) (الاحتياجات الدنيا، NRC)**

١ - البالغون (أكثر من ١٨ سنة) - ٥٠٠ ملّيجرام صوديوم/ اليوم.

٢ - البالغات (أكثر من ١٨ سنة) - ٥٠٠ ملّيجرام صوديوم/ اليوم.

**المصادر الرئيسية (Main Sources)**

١ - الأغذية النباتية: المخللات والزيتون والمكسرات المملحة والخبز الأبيض ورقائق البطاطس والخضراوات المعلبة في محلول ملحي.

٢ - الأغذية الحيوانية: اللحوم المصنعة والمعلبة والحليب والأجبان والسجق والنقانق.

يحصل الشخص يوميا على كميات كبيرة من الصوديوم من ملح الطعام (NaCl)، ويقدر إجمالي ما يتناوله الشخص يوميا من ملح الطعام مع الغذاء بحوالي ٣٠٠٠-٧٠٠٠ ملّيجرام. ولقد أشارت الدراسات إلى أن الإنسان يمكن أن يخفض الكمية المتناولة يوميا من ملح الطعام إلى حوالي ٥٠٠-١٠٠٠ ملّيجرام عن طريق تجنب تناول الأغذية المصنعة وعدم إضافة الملح إلى الطعام أثناء الطهي أو استعمال الملاحة، وكذلك تحسين نكهة الأكل بإضافة البهارات وحمض الليمون والخل.

**أعراض النقص (Deficiency Symptoms)**

١ - الإصابة بتشنجات عضلية خاصة عضلة القلب والبطن.

٢ - الشعور بدوخة وغثيان وفقدان الشهية للأكل.

٣ - اضطراب في التوازن الحمضي - القاعدي في الجسم.

٤ - قد يحدث توقف للدورة الدموية (النقص الشديد جدا) التي يعقبها السكتة الدماغية والموت.

وتجدر الإشارة إلى أن أعراض نقص الصوديوم قد تظهر على الأشخاص الذين يتناولون وجبات غذائية محدودة جدا في الصوديوم (٢٥٠-٥٠٠ ملّيجرام صوديوم يوميا).

**سمية الصوديوم (Toxicity of Sodium)**

قد يؤدي الإفراط في تناول الصوديوم (ملح الطعام) إلى ارتفاع ضغط الدم (Hypertension)، خصوصا لدى الأشخاص ذوي الحساسية العالية للصوديوم.

**٧- الكلوريد Chloride (Cl، و.ذ. = ٣٥,٤٥)**

يعتبر غاز الكلور (Chlorine) (سام) مهما للقضاء على البكتريا المرضية في مياه الشرب، بينما يعتبر أيون الكلوريد (Chloride Ione) (غير سام) السالب الشحنة، مهما في السوائل خارج الخلايا في جسم الإنسان (العنصر الرئيس). ويشكل الكلوريد حوالي ٠,١٥٪ من وزن جسم الإنسان البالغ (٩٠ جراما، ٥,٣٪ من إجمالي العناصر المعدنية) حيث يوجد معظمه في الدم وجزء ضئيل داخل الخلايا وكرات الدم الحمراء في صورة مرتبطة مع الصوديوم.

**الوظائف الفسيولوجية (Physiological Functions)**

١ - أحد مكونات حمض الهيدروكلوريك (HCl) الذي تفرزه خلايا المعدة، ويعمل على مهاجمة المواد الغريبة داخل المعدة (يماثل عمل خلايا الدم البيضاء)

وتنشيط الأنزيمات المعدية وتحويل الحديديك إلى حديدوز ($Fe^{+2}$).

٢ - توصيل منبهات الأعصاب ونقلها.

٣ - المحافظة على التوازن الحمضي - القاعدي في الجسم.

٤ - يزيد من سعة كرات الدم الحمراء على حمل $CO_2$ وطرحه خارج الجسم

**الاحتياجات اليومية (Daily Requirements) (الاحتياجات الدنيا)**

١ - البالغون (أكثر من ١٨ سنة) - ٧٥٠ ملّيجرام كلوريد/ اليوم.

٢ - البالغات (أكثر من ١٨ سنة) - ٧٥٠ ملّيجرام كلوريد/ اليوم.

**المصادر الرئيسة (Main Sources)**

١ - الأغذية النباتية: يوجد الكلوريد في نفس الأغذية النباتية الغنية بالصوديوم.

٢ - الأغذية الحيوانية: يوجد الكلوريد في نفس الأغذية الحيوانية الغنية بالصوديوم.

تعتبر بعض الفواكه والخضراوات مصادر طبيعية جيدة لعنصر الكلوريد. يقدر استهلاك الفرد اليومي لملح الطعام (NaCl) بحوالي سبعة جرامات أي أن كمية الكلوريد المستهلكة يوميا تعادل ٢ , ٤ جرام (٧ × ٦٠ , ٠).

**أعراض النقص (Deficiency Symptoms)**

١ - إصابة الأطفال الرضع بالتشنج (Convulsion).

٢ - فقدان الشهية للأكل وتبلد ذهني (Mental Apathy).

٣ - قلة إفراز حمض HCl وارتفاع قلوية الجسم (Alkalosis).

يندر ظهور أعراض نقص الكلوريد على الإنسان إلا في حالة التقيؤ المستمر أو الإسهال الشديد أو التعرق الغزير.

**سُمية الكلوريد (Toxicity of Cholride)**

يؤدي الإفراط في تناول الكلوريد إلى حدوث تقيؤ، وكذلك ارتفاع في

ضغط الدم لدى بعض الأشخاص نتيجة لاتحاده مع الصوديوم .

## ثانيا : العناصر المعدنية الصغرى (Trace Minerals)

هي مركبات غير عضوية خالية من الطاقة وضرورية لاستمرار الحياة، ويحتاج منها الإنسان يوميا إلى أقل من ١٠٠ ملّيجرام. تشكل العناصر الصغرى حوالي ٥ , ٠٪ من وزن جسم الشخص البالغ، وهي تشمل الحديد والزنك والنحاس واليود والفلور والمنجنيز والسيلينيوم والكروم والموليبدنيوم والكوبالت. وتؤدي العناصر المعدنية الصغرى وظائف حيوية في الجسم منها تنشيط بعض الأنزيمات (Cu, Se, Mn, Zn) وتقوية الأسنان (F) وكذلك تدخل في تركيب بعض أنسجة الجسم (Fe الهيموجلوبين و P العضلات و I الغدة الدرقية وهرمون الثيروكسين).

### ١ - الحديد Iron (Fe، و. ذ. = ٥٥,٨٥)

يعتبر الحديد من العناصر المعدنية المهمة في الوجبة الغذائية لارتباطه بالإصابة بأنيميا نقص الحديد Iron Deficiency Anemia المنتشرة على نطاق واسع جدا في جميع أنحاء العالم خصوصا بين الأطفال والنساء. تقدر نسبة الحديد في جسم الشخص البالغ بحوالي ٠٠٤ , ٠٪ من وزن الجسم، (٣ جرامات، ١١ , ٠٪ من إجمالي العناصر المعدنية) ويتركز هيموجلوبين كرات الدم الحمراء (٧٠٪) وميوجلوبين العضلات (٥٪) والخلايا والأنزيمات (٥٪) ومخازن الحديد في الجسم كالكبد والطحال ونخاع العظام (٢٠٪) في صورة فريتين وهيموسيدرين. يوجد الحديد في صورتين متبادلتين هما (١) الحديدوز Ferrous Iron ($Fe^{+2}$، الصورة المختزلة) و(٢) الحديديك Ferric Iron ($Fe^{+3}$، الصورة المؤكسدة).

### الوظائف الفسيولوجية (Physiological Functions)

١ - يدخل في تكوين الهيموجلوبين (الصبغة الحمراء في كرات الدم الحمراء) الضروري لنقل $CO_2$ من الخلايا إلى الرئتين، وكذلك نقل $O_2$ من الرئتين

إلى الخلايا لأكسدة العناصر الغذائية المولدة للطاقة .

٢ - يدخل في تكوين الميوجلوبين Myoglobin الموجود في الأنسجة العضلية .

٣ - ينشط لأنزيمات اللازمة لتصنيع نواقل منبهات الأعصاب (Neurotransmitters) مثل السيروتونين والنورابينفيرين والأبينفيرين والدوبامين Dopamine .

٤ - ينشط بعض الأنزيمات اللازمة لإنتاج الطاقة مثل الكتاليز والبيروكسيديز وأكسيديز الزانثين (Xanthin Oxidase) .

٥ - جزء من السايتوكروم (Cytochrome) الضروري لبعض المسارات الأيضية مثل سلسلة نقل الإلكترونات .

**الاحتياجات اليومية Daily Requirements (RDA، ١٩٨٩م)**

١ - البالغون (١٩-٥٠ سنة) - ١٠ ملّيجرام حديد/ اليوم .

٢ - البالغات (١٩-٥٠ سنة) - ١٥ ملّيجرام حديد/ اليوم .

**المصادر الرئيسة (Main Sources)**

١ - الأغذية النباتية : السبانخ والبقوليات والفاصوليا الخضراء وعصير البرقوق (Prune) ومنتجات الحبوب (مدعمة بالحديد) مثل الخبز الأبيض . يوجد الحديد في الأغذية النباتية في صورة حديد غير هيمي (Non-Heme Iron)، الذي يتميز بمعدل امتصاصه المنخفض من خلال جدار الأمعاء (٢-٢٠٪) نتيجة لوجود مركبات الفيتات (Phytate) (في الحبوب) والأوكسالات (Oxalate) (في الخضراوات) التي ترتبط بالحديد وتمنع امتصاصه .

٢ - الأغذية الحيوانية : اللحوم الحمراء والدواجن والأسماك (MPF) والبيض . يوجد الحديد في الأغذية الحيوانية في صورة حديد هيمي (٤٠٪)؛ أي أن الحديد يكون مرتبطا بجزيئات الهيموجلوبين والميوجلوبين في الأنسجة العضلية . يتميز الحديد الهيمي بمعدل امتصاصه المرتفع (الإتاحية مرتفعة) الذي يصل إلى حوالي ٣٥٪ .

### أعراض النقص (Deficiency Symptoms)

١ - الإصابة بأنيميا نقص الحديد التي تعد من أكثر أنواع الأنيميا انتشارا في العالم. وتظهر أعراض أنيميا الحديد في صورة صغر وتبهت لكرات الدم الحمراء وانخفاض مستوى الهيموجلوبين (أقل من ١٠-١١ جرام/ ١٠٠ ملليليتر من الدم) وانخفاض الهيماتوكريت Hematocrit (نسبة كرات الدم الحمراء في الدم) إلى أقل من ٣٤-٣٧٪. أما الأعراض الإكلينيكية فتشمل شحوبا واصفرارا في لون الوجه، وسرعة التعب والصداع وفقدان الشهية للأكل وهشاشية أظافر أصابع اليد وسرعة انكسارها (تصبح رقيقة جدا وحادة كالسكين). .هناك عوامل كثيرة تسبب الإصابة بأنيميا نقص الحديد منها الإفراط في تناول القهوة والشاي (التانين) والإفراط في تعاطي بعض العناصر المعدنية كالكالسيوم والزنك والمنجنيز، وكذلك قلة تناول الأغذية الغنية بفيتامين (ج) والإفراط في تناول الأغذية الغنية بحمض الأوكساليك والفيتيك والألياف والفوسفور.

٢ - ضعف مقاومة الجسم للالتهابات ونزلات البرد.

٣ - عدم تحمل اللاكتوز واحتمال بعض السكريات الأخرى.

### سُمية الحديد (Toxicity of Iron)

يحدث تسمم الإنسان بالحديد (قد يكون قاتلا) نتيجة تعاطي جرعات مفرطة منه (الأطفال ٢٠٠-٤٠٠ مليجرام) أو نتيجة الإصابة بمرض الهيموكروماتوسس (Hemochromatosis) الذي يسبب زيادة كبيرة في معدل امتصاص الحديد من خلال جدار الأمعاء.

## ٢- الخارصين Zinc (Zn، و.ذ. = ٦٥,٣٩)

يعتبر الزنك من العناصر المعدنية الأساسية في جسم الإنسان؛ لأنه يعمل كعامل مساعد (Cofactor) (ينشط التفاعلات الكيميائية) لأكثر من ٢٠٠ من الأنزيمات الحيوية في الجسم. يشكل الزنك حوالي ٠,٠٠٢٪ من وزن جسم الشخص البالغ (٢ جرام، ٠,٠٨٪ من إجمالي العناصر المعدنية)؛ أي أن كميته في

الجسم تعادل نصف كمية الحديد. يتراوح معدل امتصاص الزنك من خلال جدار الأمعاء ما بين ٢٥-٤٠٪ ويكون معدل امتصاصه من الأغذية الحيوانية أكثر من الأغذية النباتية؛ لأن الأخيرة تحتوي على حمض الفيتيك Phytate (في الحبوب الكاملة غير المخمرة Unleavened) الذي يرتبط بالزنك ويقلل امتصاصه (تخمير الخبز يقلل من تأثير حمض الفيتيك بمعدل ١٠ أضعاف).

**الوظائف الفسيولوجية (Physiological Functions)**

١ - ينشط العديد من الأنزيمات المعدنية (Metaloenzymes) مثل دي هيدروجينيز الكحولي والأمينوبتيديز والفوسفاتيز القلوي والأنهيدريز الكربوني (Carbonic Anhydrase) وغيرها.

٢ - يساعد على نمو الأعضاء الجنسية والهيكل العظمي.

٣ - يحسن من وظائف الجهاز المناعي؛ لأنه يعمل كمرافق أنزيم لتصنيع الـ DNA الذي يساعد على تكاثر كريات الدم البيضاء.

٤ - يساعد على تخزين الأنسولين وتحريره في الجسم.

٥ - يساعد على التئام الجروح عن طريق تكوين الكولاجين.

٦ - يساعد على تصنيع الهرمونات المشتقة من حمض اللينوليك واللينولينيك Prostaglandins الضرورية لانقباض العضلات.

٧ - يساهم في تصنيع البروتينات والمواد الوراثية (Nucleic Acid).

**الاحتياجات اليومية Daily Requirements (RDA، ١٩٨٩م)**

١ - البالغون (١٩-٥٠ سنة) - ١٥ ملّيجرام زنك/ اليوم.

٢ - البالغات (١٩-٥٠ سنة) - ١٢ ملّيجرام زنك/ اليوم.

**المصادر الرئيسة (Main Sources)**

١ - الأغذية الحيوانية: اللحوم الحمراء والدواجن والبيض والأغذية البحرية

كالمحار والجمبري والكراب (السرطان)

٢ - الأغذية النباتية : الحبوب الكاملة والبقوليات والمكسرات والفراولة .

وبشكل عام يوجد الزنك في جميع الأغذية الغنية بالبروتين .

### أعراض النقص (Deficiency Symptoms)

١ - تقزم الأولاد والمراهقين .

٢ - ضعف في حاستي الشم والتذوق (Hypogeusia).

٣ - عدم نضج الأعضاء التناسلية لدى الأطفال والمراهقين .

٤ - ظهور طفح جلدي يشبه حب الشباب وتساقط الشعر .

٥ - اضطرابات عقلية وتهيجية .

٦ - بطء التئام الجروح لعدم تكون الكولاجين .

٧ - ضعف الجهاز المناعي وتضخم الكبد .

٨ - ضعف القدرة على التعلم .

٩ - قلة تكون الـ DNA وضعف في انقسام الخلايا وتصنيع البروتين .

### سمية الخارصين (Toxicity of Zinc)

يؤدي الإفراط في تناول الزنك (٢ جرام يوميا)، إلى حدوث تقيؤ وإسهال ونعاس وتشنجات وارتفاع في درجة حرارة الجسم، بالإضافة إلى انخفاض معدل امتصاص النحاس والحديد من خلال جدار الأمعاء، وانخفاض معدل الـ HDL في الدم (زيادة احتمالية الإصابة بأمراض القلب) .

## ٣- النحاس Copper (Cu، ، .ذ. = ٦٣,٥٥)

يوجد النحاس بكثرة في الأغذية الحيوانية والنباتية ويشكل حوالي ٠,٠٠٠١٪ من وزن جسم الشخص البالغ (٠,٠٧ جرام، ٠,٠٠٣٪ من إجمالي العناصر المعدنية) . يوجد النحاس في معظم أعضاء الجسم الحيوية وأنسجته كالكبد

والدماغ والقلب والكُليتين والعظام والبنكرياس والعضلات وبلازما الدم (مرتبط مع الجلوبيولين والألبيومين)

**الوظائف الفسيولوجية (Physiological Functions)**

١ - ينشط العديد من ا لأنزيمات مثل أكسيديز حمض الأسكوربيك (Ascorbic Acid Oxidase) والتيروسينيز والفينول أكسيديز.

٢ - يساعد على امتصاص الحديد عن طريق تصنيع بروتين السريولوبلازمين (Ceruloplasmin) الذي يساعد على تحويل $Fe^{+3}$ إلى $Fe^{+2}$ لكي يتمكن من المرور من خلال أغشية خلايا الأمعاء.

٣ - يساعد على تصنيع بروتين الألاستين (Elastin) والكولاجين (أنسجة رابطة) الضروري لالتئام الجروح وتقوية الأوعية الدموية.

٤ - يساعد على تكوين أغلفة الميالين (Myelin Sheath) المحيطة بالألياف العصبية.

**الاحتياجات اليومية Daily Requirements (ESADDI، ١٩٨٩م)**

- البالغون والبالغات (١٩-٥٠ سنة): ٥ ,١-٣ ملّيجرام نحاس/ اليوم.

**المصادر الرئيسة (Main Sources)**

١ - الأغذية الحيوانية: الكبد والمحاريات والصدفيات وجراد البحر (سرطان بحري) والأسماك واللحوم.

٢ - الأغذية النباتية: البقوليات والمكسرات والحبوب الكاملة والخبز الأسمر والفواكه المجففة.

**أعراض النقص (Deficiency Symptoms)**

١ - الإصابة بالأنيميا (انخفاض مستوى كرات الدم الحمراء والهيموجلوبين)

٢ - انخفاض عدد كرات الدم البيضاء في الجسم خصوصا النوع نيتروفيل

(Neutrophil)، وهو النوع السائد الذي يشكل ٥٥-٦٥٪ من إجمالي كرات الدم البيضاء في الجسم.

٣ - الإصابة بالبهاق لقلة تكون صبغة الميلانين Melanin

٤ - حدوث اضطرابات عصبية نتيجة عدم تكون أغلفة الميالين (Myelin Sheath).

٥ - ارتفاع مستوى الكوليسترول في السيرم والإصابة بأمراض القلب.

قد تظهر أعراض نقص النحاس على الشخص نتيجة تعاطي جرعات كبيرة من الزنك الذي يعيق امتصاص النحاس.

### سُمية النحاس (Toxicity of Copper)

يسبب تعاطي جرعة منفردة تزيد على ١٠-١٥ ملّيجرام حدوث تقيؤ واضطرابات عصبية، لذا يوصى بتناول النحاس على فترات متقطعة عند معالجة أعراض النقص.

### ٤- اليود Iodide (I، ع.ذ. = ١٢٦,٩)

يعد اليود عنصرا رئيسا لحماية الشخص من الإصابة بمرض تضخم الغدة الدرقية (الجويتر Goiter)، الذي ينتشر بكثرة بين سكان المناطق التي تكون تربتها فقيرة إلى عنصر اليود. يضاف عنصر اليود إلى ملح الطعام في كثير من دول العالم لوقاية الناس من مرض الجويتر. يوجد هذا العنصر في الأغذية في صورة أيوديد Iodide (أيون قليل السمية) وفي صور أخرى غير معدنية، إلا أن جميع الأيودين Iodine (غاز سام) الموجود في الغذاء يتحول إلى أيوديد (Iodide) في الجهاز الهضمي. تقدر نسبة اليود في جسم الشخص البالغ بحوالي ٠,٠٠٠٣٪ من وزن الجسم (٠,٠٢ جرام، ٠,٠٠٠٧٪ من إجمالي العناصر المعدنية)؛ أي أن الجسم يحتوي على كميات قليلة جدا من هذا العنصر.

**الوظائف الفسيولوجية (Physiological Functions)**

١ - الوقاية من مرض الجويتر (تضخم الغدة الدرقية)، لأنه يدخل في تركيب هرمونات الغدة الدرقية كالثيرونين ثلاثي اليود (Tri-Iodothyronine) والثيروكسين (Thyroxine) الضروري لعملية النمو والتطور في الجسم، وكذلك للتحكم في معدل أيض العناصر الغذائية في الجسم.

٢ - تنشيط أجهزة الجسم الرئيسة كالجهاز الدوري والعضلي والتنفسي والعصبي.

**الاحتياجات اليومية Daily Requirements (RDA، ١٩٨٩م)**

- البالغون والبالغات (١٩-٥٠ سنة) : ١٥٠ ميكروجرام يود/ اليوم.

**المصادر الرئيسة (Main Sources)**

١ - الأغذية الحيوانية: الأغذية البحرية كالجمبري والصدفيات، وكذلك أسماك المياه المالحة (Saltwater Fish).

٢ - الأغذية النباتية: تحتوي النباتات التي تنمو في أراض غنية باليود على كميات كافية من هذا العنصر خصوصا التي تنمو بالقرب من البحر. تحتوي العائلة الكرنبية كاللفت والملفوف والرُبتاج (اللفت الأصفر) وكذلك فول الصويا وبذور اللفت على مواد مدرقة (Goitrogens) تعيق تحويل هرمون T4 إلى T3 الأكثر فعالية لعملية امتصاص اليود في الأمعاء (يصاحب ذلك تضخم الغدة الدرقية)، إلا أن هذه المواد تثبط خلال عملية طهي الطعام. وبشكل عام يعتبر الملح اليودي المصدر الرئيس لليود بالنسبة للإنسان، حيث يضاف اليود إلى الملح بنسبة ٠١ , ٠٪، لذا فإن تعاطي نصف ملعقة صغيرة (٢ جرام) من الملح اليودي يزود الشخص البالغ بكامل احتياجاته اليومية (RDA) من اليود.

### أعراض النقص (Deficiency Symptoms)

١ - تضخم الغدة الدرقية (مرض الجويتر).

٢ - توقف نمو عقل الطفل إلى مستوى ما قبل سن المدرسة والتقزم وكبر حجم الوجه واللسان (Cretinism) بسبب قلة تناول المرأة الحامل لليود خلال الحمل. لا تزال تظهر حالة الـ Cretinism في بعض دول العالم مثل أفريقيا وأوربا وأمريكا اللاتينية وآسيا، ولذا تلجأ هذه الدول إلى إضافة اليود إلى الزيوت النباتية (Iodinated Vegetable Oil) كمحاولة لمعالجة هذه الحالة.

### سُمية اليود (Toxicity of Iodine)

يؤدي الإفراط في تعاطي اليود (١٥٠٠٠ ميكروجرام) إلى الإصابة بالجويتر السام Toxic Goiter الذي يظهر عادة على الأشخاص الذين يتناولون الأعشاب البحرية (Seaweeds) (تحتوي على ١٪ يود).

### ٥- المنجنيز Manganese (Mn، و.ذ. = ٥٥)

يشكل المنجنيز حوالي ٠,٠٠٠٢٪ من وزن جسم الشخص البالغ (٠,٠١٥ جرام، ٠,٠٠٠٥٪ من إجمالي العناصر المعدنية) ويتركز في العظام والغدد (Glands)، بالإضافة إلى وجوده في الكبد والكليتين والعضلات والأنسجة الضامة والسيتوبلازم والرئتين. يتشابه المنجنيز والمغنسيوم في الاسم، بالإضافة إلى أنهما يحلان مكان بعضهما في العديد من المسارات الأيضية.

### الوظائف الفسيولوجية (Physiological Functions)

١ - تنشيط العديد من الأنزيمات الضرورية لأيض العناصر الغذائية، مثل: الأرجنيز والببتيديز والأيسوميريز والبرولينيز والبيروفات كربوكسيليز والسوبرأكسيديز ديزميوتيز.

٢ - ضروري لتكوين العظام والأنسجة الضامة.

٣ - تصنيع الكربوهيدرات المخاطية (Mucopolysaccharides).

**الاحتياجات اليومية Daily Requirements (ESADDI، ١٩٨٩م)**

- البالغون والبالغات (١٩-٥٠ سنة) ٢-٥ ملّيجرام منجنيز/ اليوم.

**المصادر الرئيسة (Main Sources)**

١ - الأغذية النباتية: البقوليات والحبوب الكاملة والأرز المبيض والمكسرات والشاي والقهوة والخضراوات الورقية.

٢ - الأغذية الحيوانية: تعد الأغذية الحيوانية فقيرة في محتواها من المنجنيز.

**أعراض النقص (Deficiency Symptoms)**

لا تعرف (لم تظهر) أعراض نقص المنجنيز على الإنسان حتى الوقت الحاضر.

**سُمية المنجنيز (Toxicity of Manganese)**

يحدث التسمم بالمنجنيز فقط نتيجة استنشاق كمية كبيرة من غبار المنجنيز (يتراكم في الجهاز العصبي والمركزي والكبد). وتظهر الأعراض في صورة تصلب للعضلات وارتعاش اليدين والضحك الخارج عن الإرادة والمشي بقفزات مرحة وتغير ملامح الوجه؛ أي يحصل تهدم للجهاز العصبي.

**٦- الفلور Fluoride (F، و.ذ. = ١٩)**

يحتوي جسم الإنسان على آثار قليلة جدا من الفلور الذي يتركز في العظام والأسنان. ولقد أشارت الدراسات إلى أن الأطفال الذين يشربون الماء الفلوريدي (Fluoridated Water) يقل لديهم احتمال حدوث تسوس للأسنان بنسبة ٥٠-٧٠٪ مقارنة بالأطفال الذين يشربون الماء الطبيعي. يضاف الفلور إلى ماء الشرب بمعدل ١ جزء لكل مليون جزء ماء (1PPM)، وكذلك إلى معاجين الأسنان لوقاية الأسنان من التسوس، علاوة على توافره في صورة حبوب فلور (Fluoride Tablets).

### الوظائف الفسيولوجية (Physiological Functions)

١ - وقاية الأسنان من التسوس، لأن الفلور يحل مكان مجموعة الهيدروكسيل (OH) الموجودة في ملح الهيدروكسي أباتيت $3Ca_3(PO_4)_2.Ca(OH)_2$ المتكون من اتحاد الكالسيوم والفوسفور، مما يزيد من صلابة الأسنان ومقاومتها للتسوس. يسمى المركب المتكون من اتحاد الفلور مع الهيدروكسي أباتيت بالفلوروباتيت (Fluoropatite).

٢ - يثبط نشاط البكتريا المسببة لتسوس الأسنان داخل الفم والتي تعمل على تحويل الكربوهيدرات إلى أحماض.

### الاحتياجات اليومية Daily Requirements (ESADDI، ١٩٨٩م)

- البالغون والبالغات (١٩-٥٠ سنة): ١,٥-٤ ملّيجرام فلور/ اليوم.

### المصادر الرئيسة (Main Sources)

١ - الأغذية النباتية: الأغذية البحرية كالأسماك والسردين والسالمون وغيرها، وكذلك الأعشاب البحرية والشاي والقهوة والسبانخ.

٢ - الأغذية الحيوانية: البيض الكامل والدواجن.

وبشكل عام يعتبر ماء الشرب المدعم بالفلور المصدر الرئيس للفلور، كما أن معاجين الأسنان تزود الشخص بالفلور.

### أعراض النقص (Deficiency Symptoms)

١ - زيادة قابلية الأسنان للتسوس.

٢ - احتمال إصابة المسنين بمرض لين العظام (Osteoporosis).

### سُمية الفلوريد (Toxicity of Flouride)

إن تناول الأطفال جرعات كبيرة من الفلور (٦ ملّيجرامات يوميا) يؤدي

إلى الإصابة بالفلوروسيس (Fluorosis) الذي تظهر أعراضه في صورة بقع رمادية إلى سوداء على أنامل الأسنان النامية.

## ٧- السيلينيوم Selenium (Se، و.ذ. = ٧٩)

يحتوي جسم الإنسان على آثار قليلة من السيلينيوم (١٣ ملّيجراما) تتركز في القلب والكبد والكليتين والخصيتين والطحال. يوجد السيلينيوم في الأغذية في صورة مرتبطة بمشتقات الأحماض الأمينية سيستئين (Cysteine) وميثيونين (Methionine) التي تمتص بسهولة من الغذاء.

### الوظائف الفسيولوجية (Physiological Functions)

١ - يعمل كمضاد للأكسدة Antioxident (يماثل عمل فيتامين هـ) عن طريق تنشيطه لأنزيم البيروكسيديز جلوتاثيون الذي يعمل على أيض أو هدم البيروكسيدات (Peroxides) (الشقوق الحرة) المؤكسدة لأنسجة الخلايا إلى ماء وكحولات قليلة السمية. كما أنه يمنع أكسدة كرات الدم الحمراء.

٢ - يساعد على حدوث الأكسدة الفوسفورية لإنتاج الطاقة.

### الاحتياجات اليومية Daily Requirements (RDA، ١٩٨٩م)

* البالغون (١٩-٥٠ سنة) : ٧٠ ميكروجرام سيلينيوم/ اليوم.
* البالغات (١٩-٥٠ سنة) : ٥٥ ميكروجرام سيلينيوم/ اليوم.

### المصادر الرئيسة (Main Sources)

١ - الأغذية الحيوانية: اللحوم والدواجن والأسماك والبيض والكبد والكلى والحليب (يكون عادة مرتبطا بالبروتين).

٢ - الأغذية النباتية: الحبوب الكاملة والبذور التي تنمو في تربة غنية بالسيلينيوم.

### أعراض النقص (Deficiency Symptoms)

١ - الإصابة بمرض كيشن Keshans Disease (مرض يصيب القلب).
٢ - آلام وضعف في العضلات.

### سُمية السيلينيوم (Toxicity of Selenium)

يؤدي تناول جرعات كبيرة من السيلينيوم (٢-٣ ملّيجرام/ اليوم لعدة أشهر) إلى حدوث التسمم الذى تظهر أعراضه في صورة فقدان للشعر والأظافر، واضطرابات في الجهاز الهضمي والعصبي، وتكسر للأسنان وضعف عام، وشم رائحة الثوم في النفس (Breath).

### ٨- الكروم Chromium (Cr، و. ذ. = ٥٢)

يشبه الكروم الحديد من حيث احتوائه على شحنات مختلفة، إلا أن الصورة $Cr^{+3}$ تمتص بمعدل مرتفع من خلال جدار الأمعاء، وذات تأثير فسيولوجي فعال داخل الجسم. يحتوي جسم الشخص البالغ على حوالي ٦ ملّيجرامات كروم ويتركز في القلب والدماغ والرئتين والكليتين والشعر والطحال. تسمى الصورة النشطة فسيولوجيا للكروم عامل تحمل الجلوكوز Glucose Tolerance Factor(GTF) الذي يحتوي على النياسين وثلاثة أحماض أمينية. وتكمن أهمية الكروم في علاقته بمرض السكري ومرض القلب التاجي (Coronary Heart Disease).

### الوظائف الفسيولوجية (Physiological Functions)

١ - يحافظ على الامتصاص الطبيعي للجلوكوز إلى داخل الخلايا عن طريق تكوين معقد (Complex) يساعد على اتصال الأنسولين بمواقع استقباله على أغشية الخلايا مما يساعد على امتصاص الجلوكوز وأيضه.
٢ - عامل مساعد لتنشيط الأنزيمات.

**الاحتياجات اليومية (Daily Requirements) (ESADDI، ١٩٨٩م)**

- البالغون والبالغات (١٩-٥٠ سنة): ٥٠-٢٠٠ ميكروجرام كروم/ اليوم.

**المصادر الرئيسة Main Sources**

١ - الأغذية الحيوانية: اللحوم والكبد وصفار البيض والأجبان.

٢ - الأغذية النباتية: تعد فقيرة بعنصر الكروم فيما عدا الخميرة والمكسرات والحبوب الكاملة (النخالة). وتجدر الإشارة إلى أن الكروم يوجد في مياه الشرب في صورة كروم ثلاثي التكافؤ.

**أعراض النقص (Deficiency Symptoms)**

١ - الإصابة بحالة تشبه السكري - ارتفاع مستوى الجلوكوز في الدم - نتيجة فقدان الأنسولين فعاليته التي تساعد الجلوكوز على اختراق الخلايا.

٢ - ارتفاع مستوى الكوليسترول والجليسريدات الدهنية في الدم، مما يؤدي إلى الإصابة بمرض الشريان التاجي.

**سُمية الكروم (Toxicity of Chromium)**

يحدث التسمم بالكروم نتيجة التعرض إلى مخلفات المصانع، وكذلك نتيجة استنشاق الرسامين للدهانات المحتوية على الكروم؛ مما يسبب تهدم الكبد وسرطان الرئة.

**٩- الموليبدنيوم Molybdenum (Mo، و.ذ. = ٩٦)**

تعزى أهمية الموليبدنيوم إلى علاقته بالحديد والنحاس، حيث يثبط امتصاص العنصر الثاني. يحتوي جسم الإنسان على آثار قليلة من الموليبدنيوم (٩ ملّيجرامات) ويتركز في الكبد والكليتين وكرات الدم والخلايا الكظرية.

**الوظائف الفسيولوجية (Physiological Functions)**

١ - يعمل على تنشيط العديد من الأنزيمات المعدنية (عامل مساعد) مثل دي هيدروجينيز الزانثين (Xanthin Dehydrogenase) وأكسيديز الزانثين (Xanthin Oxidase) وأكسيديز الألدهيد (Aldehyde Oxidase).

٢ - يساعد على نمو الفطريات التي تفرز الميكوتكسينات (Mycotoxin) والبكتريا التي تثبت النيتروجين.

**الاحتياجات اليومية Daily Requirements (ESADDI، ١٩٨٩م)**

- البالغون والبالغات (١٩-٥٠ سنة): ٧٥-٢٥٠ ميكروجرام/ اليوم.

**المصادر الرئيسة (Main Sources)**

١ - الأغذية النباتية: البازلاء والفاصوليا الجافة والحبوب الكاملة والمكسرات.

٢ - الأغذية الحيوانية: الكبد والكلى واللحوم والدواجن.

**أعراض النقص (Deficiency Symptoms)**

لا تعرف أعراض نقص الموليبدنيوم على الإنسان؛ لأن احتياجات الجسم منه صغيرة جدا بالإضافة إلى توافره بكثرة في الأغذية.

**سمية الموليبدنيوم (Toxicity of Molybdenum)**

يؤدي الإفراط في تناول الموليبدنيوم إلى خفض معدل امتصاص النحاس، وتثبيط لنشاط بعض الأنزيمات، وظهور أعراض على الشخص تشبه تلك التي تظهر في حالة تضخم الغدة الدرقية.

**١٠- الكوبالت Cobalt (Co، و.ذ. = ٥٩)**

يحتوي جسم الإنسان على آثار قليلة جدا من الكوبالت (١,٥ ملّيجرام)

الذي يحصل عليه الإنسان في صورة فيتامين ب١٢ . هناك افتراض بأن بكتريا الأمعاء في الإنسان ربما تصنع فيتامين ب١٢ من الكوبالت الغذائي .

**الوظائف الفسيولوجية (Physiological Functions)**

١ - أحد مكونات فيتامين ب١٢ ، لذا يساهم في تصنيع الخلايا العصبية وفي عملية تصنيع الدم .

٢ - عامل مساعد لأنزيم الفوسفوترانسفيريز (Phosphotranspherase) .

**الاحتياجات اليومية (Daily Requirements)**

لم تحدد المقررات الغذائية المقترحة للكوبالت .

**المصادر الرئيسة (Main Sources)**

يتوافر بكثرة في الأغذية الغنية بفيتامين ب١٢ ؛ أي الأغذية الحيوانية .

**أعراض النقص (Deficiency Symptoms)**

لا تعرف حتى الآن أعراض نقص الكوبالت على الإنسان .

وتجدر الإشارة إلى أن هناك معادن صغرى تحتاج إلى مزيد من الدراسات والأبحاث ومنها الفاناديوم Vanadium (V) والقصدير Tin (Sn) والسيليكون Silicon (Si) والنيكل Nicle (Ni) والزرنيخ Arsenic (As) والكادميوم Cadmium (Cd) والليثيوم (Li) Lithium .

## الماء Water ($H_2O$) (١ , ٦)

يشكل الماء نحو ٦٠٪ من وزن جسم الشخص البالغ ، وتزداد هذه النسبة لدى الأطفال . يصنف الماء في المرتبة الثانية بعد الأكسجين من حيث أهميته للإنسان

ولاستمرار الحياة على سطح الكرة الأرضية. يستطيع الشخص البالغ أن يعيش لمدة ثمانية أسابيع بدون تناول الطعام، إلا أنه يموت خلال عدة أيام إذا حرم من الماء، ويعزى ذلك إلى أن الجسم لا يستطيع الاحتفاظ بالماء كما هي الحالة بالنسبة للعناصر الغذائية الأخرى كالبروتينات والدهون والكربوهيدرات والفيتامينات. ويوجد نحو ٧٠٪ من ماء الجسم داخل الخلايا والباقي يوزع بين الخلايا وخارجها، ويموت الإنسان عندما يفقد ٢٠٪ من كمية الماء الموجودة في جسمه.

## الوظائف الفسيولوجية (Physiological Functions)

١ - تنظيم درجة حرارة الجسم وحمايته من التغيرات الخارجية كالحرارة أو البرودة.

٢ - وسط ناقل لمخلفات الأيض الغذائي لطرحها خارج الجسم مع البول والعرق والبراز. وتزداد كمية البول المطروحة يوميا بازدياد كمية البروتين وملح الطعام المتناولة والعكس، حيث يتراوح حجم البول المطروح يوميا من جسم الشخص السليم ما بين لتر ولترين، ويؤدي انخفاض حجم البول المطروح إلى ٦٠٠ ملّيلتر يوميا إلى إجبار الكليتين على زيادة تركيز البول المطروح مما يعرض الشخص إلى الفشل الكلوي.

٣ - مادة مزلقة ومانعة لاحتكاك المفاصل والعضلات وغيرها، كما يساعد اللعاب على سهولة حركة الطعام داخل الجهاز الهضمي.

٤ - نقل العناصر الغذائية داخل الجسم.

٥ - الوسط المذيب للعناصر الغذائية مما يسهل هضمها وامتصاصها وأيضها.

٦ - وسط مناسب لحدوث التفاعلات الكيميائية في الجسم.

٧ - تدخل في تكوين الدم والبول والعصارات الهاضمة والعرق والليمف.

## الاحتياجات اليومية (Daily Requirements)

١ - الرضع: ١,٥ ملّيلتر ماء/ كيلوكالوري واحد من الطاقة المستهلكة/ اليوم

٢ - البالغون : ١ ملّيلتر ماء/ كيلوكالوري واحد من الطاقة المستهلكة/ اليوم أو ١-٥ , ٢ لتر ماء/ اليوم.

فعلى سبيل المثال يحتاج الشخص البالغ، الذي يستهلك ٢٢٠٠ سعر يوميا، إلى ٢ , ٢ لتر ماء (٩ أكواب). وبشكل عام تتوقف احتياجات الشخص من الماء على عدة عوامل منها: درجة حرارة الوسط الذي يعيش فيه الشخص، وكمية الغذاء المتناول ونوعه (يزداد الاحتياج بزيادة تناول ملح الطعام والبروتين) والإنتاجية (تحتاج الحامل إلى كمية إضافية من الماء مقدارها ٩٠٠ ملّيلتر يوميا) وغيرها من العوامل.

**المصادر الرئيسة (Main Sources)**

١ - المشروبات (الماء والمشروبات الأخرى): ١ لتر (أربعة أكواب).
٢ - الماء الموجود في الأغذية: ١ لتر (أربعة أكواب).
٣ - الماء الأيضي (ناتج من أيض الغذاء): ٢٥ , ٠ لتر (واحد كوب).
الإجمالي = ٢٥ , ٢ لتر (٩ أكواب).

**أعراض النقص (Deficiency Symptoms)**

١ - الشعور بالضعف والإجهاد (عند فقدان ٢-٣٪ من وزن الجسم ماء).
٢ - زيادة معدل ضربات القلب وضغط الدم (عند فقدان ٥-٦٪ من وزن الجسم ماء).
٣ - الشعور بالغثيان والهلوسة (عند فقدان ٦-١٠٪ من وزن الجسم ماء).
٤ - هذيان ورؤية معتمة وصدمة حرارية ثم الوفاة (عند فقدان ١١٪ من وزن الجسم ماء).

وفيما يلي توضيح إحصائي لتوازن الماء في الجسم (الماء المتناول = الماء المفقود)

| الماء المتناول بالمليلتر | | الماء المفقود بالمليلتر | |
|---|---|---|---|
| ١ – المشروبات – ماء الشرب | ٦٥٠ | ١ – البول (الكليتين) | ١٢٠٠ |
| – المشروبات الأخرى | ٣٥٠ | ٢ – هواء الزفير (الرئة) | ٤٠٠ |
| ٢ – الماء الأيضي | ٣٠٠ | ٣ – العرق (الجلد) | ٥٠٠ |
| ٣ – الماء الغذائي | ٩٥٠ | ٤ – البراز (القولون) | ١٥٠ |
| | ٢٢٥٠ | | ٢٢٥٠ |