



المغذيات الدقيقة الأملاح المعدنية

قسم التغذية

2008 م



المحتويات

3	-----	المقدمة
4	-----	الأملاح المعدنية-
4	-----	أنواع العناصر المعدنية-
4	-----	الكالسيوم-
6	-----	الفسفور-
7	-----	الصوديوم-
8	-----	البوتاسيوم-
9	-----	المغنسيوم-
9	-----	الكلور-
10	-----	الكبريت-
11	-----	العناصر المعدنية الصغرى-
11	-----	الحديد-
12	-----	النحاس-
13	-----	الزنك-
14	-----	المنجنيز-
15	-----	اليود-
16	-----	السيالينيوم-
17	-----	الموليبدنيوم-
17	-----	الفلور-
18	-----	الكروم-
18	-----	الكوبالت-
19	-----	الفانديوم-
19	-----	عناصر معدنية أخرى-
20	-----	مصطلحات غذائية-
20	-----	المراجع-

المقدمة

المغذيات الدقيقة عناصر غذائية يحتاج إليها الجسم بكميات متفاوتة ويختلف الاحتياج إليها من شخص إلى آخر على حسب العمر والجنس ونوع النشاط الذي يزاوله حيث تقوم بالعديد من الوظائف الغذائية الضرورية لصحة الجسم فبدونها لا يستطيع الجسم الاستمرار في الحياة فهي خط الدفاع الأول لوقاية الجسم من الكثير من الأمراض والأعراض التي قد يتعرض إليها الجسم.

والأملاح المعدنية عناصر غذائية ضرورية لصحة جسم الإنسان فهي لا تنتج طاقة ويحتاجها الجسم بكميات قليلة جدا و تقوم بالعديد من الوظائف الحيوية والفسولوجية في داخل الجسم حيث بدونها لا يستقيم الجسم ولا تستمر الحياة فهي تدخل في جميع خلايا الجسم و تعمل فيها لتحافظ على حيويتها ونشاطها مكونة بذلك صحة ونشاط لجسم متكامل بجميع مقوماته تقيه من جميع الأمراض.

ولكل معدن وظائفه الخاصة التي يتميز بها ووظائفه المشتركة مع عنصر أو عنصرين فهي تدخل في مجموعة من التفاعلات الكيميائية والحيوية التي تحدث داخل الجسم فهو أما أن يعمل بصورة الطبيعية أو كقرين إنزيم Coenzyme.

ويستطيع الشخص الحصول على جميع احتياجاته الغذائية من المعادن عن طريق الوجبات الغذائية المتناولة وخصوصا الفواكه والخضروات والحبوب الكاملة.

وهذا الكتيب يبين لنا أهمية الأملاح المعدنية للجسم ومصادرها الغذائية وأعراض نقصها.

الأملاح المعدنية:

عبارة عن عناصر غير عضوية يحتاجها الجسم بكميات قليلة ولا تنتج طاقة وتشكل حوالي 4% من وزن الجسم ويقدر عدد العناصر المعدنية في جسم الإنسان بحوالي 33 عنصر وتوجد معظمها في صورة أيونات حرة أو متحدة مع مواد عضوية أو غير عضوية ويمكن تلخيص وظائفها في جسم الإنسان كالتالي:

- تكوين وبناء الهيكل العظمي " الأنسجة الصلبة "
- تركيب الأنسجة الرخوة " الطرية "
- المحافظة على التوازن الحمضي والقاعدي في سوائل الجسم.
- الاستجابة للمؤثرات الخارجية ونقلها من خلية عصبية إلى أخرى.
- تنظيم الضغط الأسموزي وتوازن الماء.
- ارتخاء وانقباض العضلات و خصوصاً عضلة لقلب.

أنواع العناصر المعدنية

تنقسم العناصر المعدنية إلى نوعين تبعاً لكميتها في جسم الإنسان وهي:

1- العناصر المعدنية الكبرى " الرئيسية "

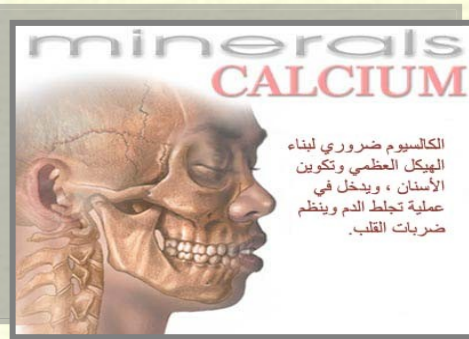
وتسمى الكبرى لأن كميتها في جسم الإنسان تصل إلى حوالي 5 جرامات أو أكثر وتشمل الكالسيوم والفسفور و البوتاسيوم والكبريت والصوديوم والكلور والمغنسيوم.

2- العناصر المعدنية الصغرى:

تقدر كميتها في جسم الإنسان بأقل من 5 جرامات وتشمل الحديد والنحاس والزنك و المنجنيز والكوبالت واليود و السلينيوم و الموليبدنيوم والكروم و الفلور و الفاناديوم والقصدير والنيكل والسليكون وتوجد عناصر معدنية أخرى توجد بكميات ضئيلة جداً لا تعرف لها وظيفة في الجسم وهي: الاسترونشيوم والبورون والذهب والزرنيخ والفضة والبيزموت والألمونيوم والبروم .

أولاً : العناصر المعدنية الكبرى " الرئيسية "

الكالسيوم Ca^{2+}



الكالسيوم ضروري لبناء الهيكل العظمي وتكوين الأسنان ، ويدخل في عملية تجلط الدم وينظم ضربات القلب.

من العناصر المعدنية الضرورية للجسم ويشكل 2% من وزن الجسم للشخص البالغ أي ما يعادل " 1 - 1.5 كجم " حيث يوجد 99% منه في العظام والأسنان متحداً مع الفسفور و بعض العناصر الأخرى حيث تقدر نسبة تواجده بنسبة 2 : 1 بالنسبة للفسفور ويوجد الباقي منه 1% في بلازما الدم وسوائل الجسم الأخرى والأنسجة الطرية.

وظائفه:

تتكون العظام والأسنان بصورة أساسية من الكالسيوم والفسفور أثناء عملية التكلس في صورة بلورات من ملح الهيدروكسي أبتايت " OH^- " PO_4^{3-} " Ca_{10} " $Hydroxyapatite$ وهو المسئول عن إعطاء الهيكل الصلب للعظام والأسنان.

1. يساعد الكالسيوم الموجود في بلازما الدم في عملية تجلط الدم عند حدوث قطع أو جرح في الجسم.

2. يعمل الكالسيوم على زيادة نفاذية أغشية الخلايا فيساعد على:

- حدوث عملية الامتصاص للعناصر الغذائية في الأمعاء.
- تسهيل مرور السوائل وبعض الأيونات إلى داخل وخارج الخلايا.

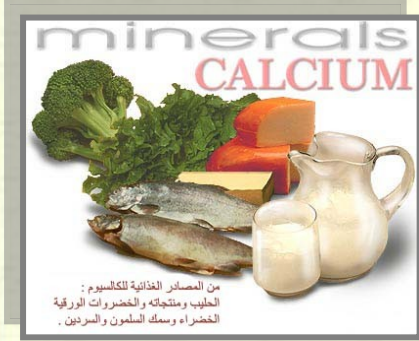
- يحافظ على توازن محتويات الخلايا من الغذاء والماء.

3. يساعد على تنظيم انقباض العضلات وارتخائها وخصوصاً عضلة القلب حيث ترتبط ذرات الكالسيوم بالأنسجة الشبكية الأنبوبية الموجودة في الألياف العضلية فيحدث الارتخاء وتنفصل عنها فيحدث الانقباض.

4. يساعد على نقل الرسائل العصبية عند نقطة اتصال الأعصاب بعضها البعض أو عند اتصال الأعصاب بالعضلات أو من خلية إلى أخرى.

5. يساعد على تنشيط العديد من إنزيمات التفاعلات الكيميائية مثل إنزيم الليبيز البنكرياسي Pancreatic Lipase وإنزيمات أخرى محللة للبروتين.

6. يساعد على امتصاص فيتامين "ب₁₂" من الأمعاء و اللفانفي وينظم إفراز الأنسولين من البنكرياس وينظم امتصاص الكربوهيدرات.



مصادره الغذائية:

يعد الحليب ومنتجاته مثل الأجبان واللبن والزبادي من أغنى المصادر الغذائية بالكالسيوم كما تحتوي اللحوم على كمية من الكالسيوم خصوصاً السمك كالسردين والسلمون والأسماك العظمية الأخرى وكذلك الخضروات الورقية الخضراء تعتبر مصادر غنية بالكالسيوم وخصوصاً السبانخ و الراوند.

الاحتياجات الغذائية اليومية:

لضمان حصول الشخص على احتياجاته اليومية من الكالسيوم، فإنه يوصي بتناول كوبين من الحليب للبالغين وثلاثة أكواب للأطفال والحوامل والمسنين وأربعة أكواب للمراهقين والمرضعات.

أعراض نقصه:

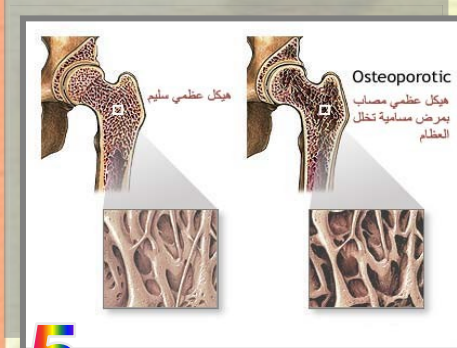
تظهر أعراض نقص الكالسيوم على الشخص بسبب تناول وجبات فقيرة في محتواها من الكالسيوم أو فيتامين "د" الذي يحفز على امتصاص الكالسيوم من الأمعاء أو بسبب خلل فسيولوجي يؤدي إلى ضعف في امتصاص الكالسيوم ومن هذه الأعراض:

1. يصاب الأشخاص بمرض مسامية "تخلل" العظام "Osteoporosis" وهو بسبب قلة توافر الكالسيوم في الغذاء لمدة طويلة خلال مرحلة البلوغ مما يؤدي إلى سحب المعادن من العظام وضمورها وانخفاض كثافتها وسهولة كسرها وصعوبة التئام الكسور بها.

2. يصاب الأطفال عادة بمرض الكساح المعروف بنقص مخزون الكالسيوم في العظام ويقل المخزون بسبب عدم توافر فيتامين "د" في الوجبة مما يؤدي إلى مرور الكالسيوم في الأمعاء دون أن يمتص، مسبباً ظهور الأعراض أخرى مثل تقوس الأرجل وتضخم عظام الرسغ وتأخر النمو وتقوس العمود الفقري وقصر الساق.

3. الإصابة بالتشنج أو التكرز "Tetany" نتيجة لانخفاض مستوى الكالسيوم في الدم ويؤدي إلى تشنجات لا إرادية تحدث في الأطراف نتيجة تهيج الأعصاب والعضلات وعادة يصيب الأطفال والبالغين وخصوصاً الأطفال الرضع الذين يعتمدون في تغذيتهم على الحليب الصناعي.

4. الإصابة بمرض لين العظام نتيجة لاستنزاف الكالسيوم والفسفور من العظام بسبب نقص مستواه في الدم ويصيب عادة الأشخاص الذين يتناولون وجبات فقيرة في محتواها من الكالسيوم وفيتامين "د" وتكثر الإصابة في الأمهات الحوامل اللاتي يتكرر حملهن مع عدم تناول كميات كافية من الحليب ومشتقاته.



الفسفور (P) Phosphorus

الفسفور يأتي في الدرجة الثانية بعد الكالسيوم من حيث الكمية والأهمية حيث يشكل 1 % من وزن الجسم ويشترك مع الكالسيوم في كثير من الصفات الوظيفية مثل:

- تأثيرهما على امتصاص فيتامين "د".
- تأثيرهما على هرمونات الغدة فوق الدرقية.
- نمو وتكوين العظام والأسنان.
- أماكن تخزينهما في الجسم وهي العظام والأسنان.
- مصدرهما الأساسي الحليب ومشتقاته.

وظائفه:

الوظيفة الأساسية للفسفور هي بناء العظام والأسنان حيث يتحد مع الكالسيوم لتكوين أملاح الأبتايت المسؤولة عن إعطاء الصلابة والقوة للعظام والأسنان أثناء عملية التكلس " Calcification ". و يقوم الفسفور كذلك بعدد من الوظائف البيولوجية داخل الجسم أهمها:

1. يدخل في تركيب الأدينوسين ثلاثي الفوسفات " ATP " المسئول عن نقل وتخزين الطاقة في الخلايا أثناء عملية أيض الكربوهيدرات والبروتينات والدهون.
2. يدخل الفسفور في تركيب الأحماض النووية DNA و RNA المسئول عن عمليات انقسام الخلايا والتكاثر ونقل الصفات الوراثية.
3. أساسي لتركيب أغشية الخلايا ويساعد على نقل الدهون في الدم ويلعب دور مهم في تنظيم نفاذية أغشية الخلايا للمواد الغذائية المختلفة.
4. يرتبط ببعض المواد الغذائية أثناء عمليات الأيض المختلفة لتسهيل عملية امتصاصها في الأمعاء أو إعادة امتصاصها من الكليتين مثل فسفرة الجلوكوز والجلوسرين أي " ارتباطهما بالفوسفات " .
5. يلعب دور مهم في المحافظة على اتزان الحموضة والقلوية في الجسم.
6. يدخل في تركيب بعض إنزيمات الجسم وفيتامين " ب₁ " .

مصادره الغذائية:

يتواجد الفسفور في كثير من الأغذية الحيوانية والنباتية فهو يوجد بكميات كبيرة في الحليب ومشتقاته وكذلك اللحوم الحمراء والدواجن والأسماك والبيض والحبوب الكاملة أما الفواكه والخضروات فتعتبر من المصادر الفقيرة بالفسفور وخصوصاً عند التخلص من ماء الطهي بالنسبة للخضروات.

أعراض نقصه.

نادراً ما تظهر أعراض نقص الفسفور على الشخص لتواجده في مجموعة واسعة من الأغذية المختلفة ويمكن تخليص أعراض نقصه في الإنسان كالتالي:

1. حدوث خلل وبطء في النمو الطبيعي خصوصاً لدى الأطفال.
2. عدم اكتمال تكلس العظام والأسنان.
3. ضعف العضلات وصعوبة تحريك المفاصل.

الصوديوم (Na) Sodium



يحتوي جسم الإنسان البالغ على حوالي 120 جم من الصوديوم، 60% منه في البلازما و السوائل الموجودة خارج الخلايا والباقي في الهيكل العظمي والسوائل الموجودة داخل الخلايا ويقوم بالعديد من الوظائف الرئيسية للجسم منها:

1. تنظيم التوازن الحمضي والقاعدي وذلك من خلال المحافظة على الرقم الهيدروجيني "PH" الأمثل للجسم.
2. يقوم بتنظيم الضغط الأسموزي لسوائل الجسم والدم بالمحافظة على توازن السوائل الداخلة والخارجة من خلايا الجسم.
3. تنظيم نفاذيه أغشية الخلايا أثناء امتصاص العناصر الغذائية المختلفة وخصوصاً الأحماض الأمينية وبعض الفيتامينات والجلوكوز من خلال جدار الأمعاء.
4. العمل مع عنصر البوتاسيوم بالاستجابة إلى الإشارات العصبية وتحفيز الأعصاب ونقلها إلى العضلات.

مصادره الغذائية

تتنوع المصادر الغذائية للصوديوم حيث يتواجد في مجموعة واسعة من الأغذية الحيوانية والنباتية ومن هذه المصادر:

1. ملح الطعام المستخدم في الطبخ و يعتبر المصدر الرئيسي للصوديوم في جسم الإنسان.
2. الأغذية المصنعة مثل الجبن واللحوم المملحة والمدخنة و كذلك الأغذية المعلبة التي تستخدم الملح كمادة حافظة أو محسنة للطعم.
3. يوجد بصورة طبيعية في العديد من الأغذية مثل اللحوم الحمراء والدواجن والأسماك والحليب وبيض البيض وفول الصويا و البقوليات.

أعراض نقصه:

يندر ظهور أعراض نقص الصوديوم على الإنسان نظراً لأن الكمية التي يتناولها في الوجبة الغذائية تزيد عن احتياجاته الغذائية ولكن تظهر بعض الأحيان أعراض نقص مستوى الصوديوم عند التعرض لبعض العوامل التي تؤدي إلى انخفاض مستوى الصوديوم في الدم ومن هذه الأعراض:

1. الإصابة بألم وتشنجات في العضلات وتصلبها عند الأطراف.
2. ألام في البطن وفقدان الشهية للأكل والشعور بالدوخة والغثيان والإصابة بالإسهال.
3. خلل في التوازن الحمضي والقاعدي مما يؤدي إلى اضطرابات عقلية.
4. في حالة النقص الشديد للصوديوم يحدث فشل في الدورة الدموية.

أسباب تؤدي إلى نقص الصوديوم في الجسم:

القيام بالتمارين الرياضية أو الأعمال الشاقة لمدة طويلة في الأجواء الحارة دون تعويض كمية الأملاح المفقودة عن طريق العرق.

1. الإصابة بالإسهال الشديد مع التقيؤ المستمر.
2. استعمال الأدوية المدرة للبول.
3. الإصابة بالحمى أو بعض أمراض تليف الكبد أو مرض أديسون.

علاقة ارتفاع ضغط الدم بالصوديوم:

عندما ترتفع نسبة الصوديوم المتناولة عن المعدل الطبيعي يؤدي ذلك إلى زيادة حجم الدم في الجسم وبدورة يضغط على جدران الشرايين ويجهدا عندما يسير الدم من خلالها مما يجهد عضلة القلب لأنها تقوم بضخ هذا الحجم الكبير من الدم في الدورة الدموية. ويمكن خفض مستوى الصوديوم المرتفع في الدم بتناول وجبات غذائية فقيرة أو منخفضة في محتواها من الصوديوم.

البوتاسيوم (K⁺) Potassium

يوجد البوتاسيوم على شكل أيونات حرة موجبة الشحنة، 98% منها منتشرة في سوائل داخل الخلايا ويعمل الجسم على الاحتفاظ بالبوتاسيوم أكثر من الصوديوم ولذلك نجد إن كميته في الجسم تزيد على كمية الصوديوم على الرغم من قلة تناوله في الوجبة الغذائية.

وظائفه:

1. له دور مهم في عملية انقباض الألياف العضلية والمحافظة على نشاط عضلات القلب.
2. يحافظ على سلامة الخلايا عن طريق تنظيم الضغط الأسموزي داخلها والمحافظة على توازنها.
3. يعمل على الحفاظ على التوازن الحامضي والقاعدي داخل الخلية.
4. يعمل البوتاسيوم على نقل النبضات " الإشارات " العصبية من خلال العضلات والأعصاب الطويلة.
5. يقوم بدور بارز في أيض الكربوهيدرات وتصنيع الجليكوجين من الجلوكوز.
6. يقوم بعدد من التفاعلات الإنزيمية التي تحدث داخل الخلايا.
7. ضروري للنمو وإفراز الأنسولين بواسطة البنكرياس.

مصادره الغذائية:

يوجد في العديد من الأغذية النباتية والحيوانية وتعتبر الفواكه من أغنى المصادر الغذائية للبوتاسيوم كالبرتقال والموز والتفاح والفواكه المجففة والجريب فروت أما اللحوم والخضروات والحبوب فتعد مصادر جيدة للبوتاسيوم.

أعراض نقصه:

لا ينقص البوتاسيوم في الجسم من قلة تناول الغذاء فهو موجود كما ذكرنا في مجموعة واسعة من الأغذية ولكن ينقص عند إصابة الجسم ببعض الأمراض التي تؤدي إلى ظهور أعراض نقص البوتاسيوم ومن هذه الأعراض:

1. ضعف في العضلات يؤدي إلى حدوث خلل في الجهاز العصبي والتنفسي وزيادة نبضات القلب.
2. انتفاخ في المعدة وبطن في النمو وارتفاع ضغط الدم وعدم انتظام النبض.

الأمراض التي تسبب نقص البوتاسيوم في الجسم:

1. الإصابة بالسكري وأمراض المسالك البولية.
2. الإصابة بالإسهال والقيء لفترة طويلة.
3. تناول وجبات خفض الوزن المحدودة بالكربوهيدرات أو أدوية فقد الشهية.
4. استعمال الأدوية المدرة للبول عند الإصابة بمرض الأديما وارتفاع ضغط الدم أو ارتفاع حموضة الجسم .
5. عند الإصابة بأضرار كبيرة في الأنسجة كما في حالة الحروق والعمليات الجراحية.

المغنسيوم (Mg²⁺) Magnesium

يلبي المغنسيوم البوتاسيوم من حيث نسبة وجوده في العضلات وأنسجة الجسم الأخرى وقد وجد أن تركيز المغنسيوم في العضلات وكريات الدم الحمراء أعلى من تركيزه في الدم.

وظائفه:

له دور حيوي لجميع العمليات الأيضية التي تحدث في جسم الإنسان ومن أهم وظائفه الفسيولوجية هي:

1. له دور مهم في تنشيط العديد من الإنزيمات اللازمة لتوليد الطاقة من البروتينات والدهون والكربوهيدرات وترسيب الكالسيوم والفسفور في العظام والأسنان أثناء " عملية التكلس " .
2. له دور مهم في تنشيط أو تثبيط الإنزيم الضروري لارتخاء العضلات أو انقباضها.
3. يعمل على تصنيع البروتينات وترتيبها في الخلية عند اتصاله بالحامض النووي RNA.
4. يعمل على نقل الإشارات العصبية من خلية إلى أخرى.

مصادره الغذائية:

من أفضل المصادر الغذائية للمغنسيوم الخضروات الخضراء وخصوصاً الورقية منها كما يوجد بكميات جيدة في الحبوب الكاملة ومنتجاتها كالخبز الأسمر وكذلك المكسرات وفول الصويا و البقوليات.

أعراض نقصه:

يندر ظهور أعراض نقص المغنسيوم على الإنسان لانتشاره في العديد من الأغذية المختلفة إلا إن التعرض لبعض الحالات المرضية مثل الإسهال الشديد أو القيء المستمر أو كثرة تعاطي الأدوية ومدرات البول أو الإصابة بداء البول السكري أو الفشل الكلوي كلها تؤدي إلى ظهور أعراض نقص المغنسيوم في صورة رجفان أو رعشة وتشنجات في العضلات وحركات اليدين والرجلين وتشوش الحس وإفراط في التهيج وهذيان يؤدي في النهاية إلى الوفاة.

الكلور (Cl) Chloride

ينتشر الكلور في الدم وفي السوائل خارج الخلايا وجزء بسيط منه في داخل كريات الدم الحمراء وبعض الخلايا.

وظائفه:

يشارك الكلور مع الصوديوم في أداء الكثير من الوظائف الحيوية داخل الجسم ومنها:

1. له دور بارز في تنظيم التوازن الحمضي و القاعدي لسوائل الجسم من خلال المحافظة على الرقم الهيدروجيني PH للدم ثابتاً.
2. يعمل على تنظيم الضغط الأسموزي و توازن الماء.
3. له دور بارز في تركيب حمض الهيدروكلوريك الذي يتكون في داخل الغدد المعدية حيث يعمل الأخير على تحويل الحديد إلى حديدوز وتنشيط الأنزيمات المعدية خلال عملية هضم البروتينات داخل المعدة.
4. له دور مهم في تنشيط إنزيم الأميليز اللعابي الذي يعمل على تحليل النشويات جزئياً في الفم قبل أن تصل إلى المعدة.
5. يزيد من قدرة كريات الدم الحمراء على حمل كمية كبيرة من ثاني أكسيد الكربون من خلايا وأنسجة الجسم إلى الرئتين ليخرج مع هواء الزفير إلى خارج الجسم.

مصادره الغذائية:

يعتبر ملح الطعام المصدر الرئيسي للكلور وكذلك اللحوم والأسماك والبيض والحليب وجميع الأغذية المضاف إليها ملح الطعام.

أعراض نقصه:

قد يصاب الشخص بأعراض نقص الكلور عندما يتعرض إلى بعض العوامل التي تسبب انخفاض نسبته في الجسم كالإسهال الشديد والقيء المستمر أو خروج العرق الغزير أثناء أداء التمارين الرياضية العنيفة أو الشاقة في الأجواء الحارة مما تظهر أعراضه نقصه على شكل تشنجات عضلية وكثرة التهيج وتقرحات في الكليتين وانخفاض إفراز حمض الهيدروكلوريك في المعدة وعدم قدرة الجسم على الاحتفاظ بالماء.

الكبريت (S) Sulphur

ينتشر الكبريت في جميع خلايا الجسم ويوجد في صورة مركبات عضوية مثل الأحماض الأمينية والفيتامينات مثل الثيامين والبيوتين وبروتين الكرياتين والأنسولين وغيرها ومن أهم الوظائف التي يقوم بها:

1. يدخل في تركيب الأحماض الأمينية الكبريتية ويحافظ على التركيب البنائي لها.
2. المسئول عن إعطاء التركيب البنائي الصلب للأظافر والشعر والجلد لأنه يدخل في تركيب بروتين الكرياتين.
3. يعمل على تنشيط قرائن الإنزيمات الضرورية لبعض التفاعلات البيولوجية أثناء عملية إنتاج الطاقة من الدهون و الكربوهيدرات والبروتينات.
4. يدخل في تركيب كريات الدم الحمراء " الجلوتاثيون " Glutathione وفي عمليات التأكسد والاختزال.
5. له دور بارز في تخليص الجسم من السموم حيث يرتبط بالمواد السامة ويطردها خارج الجسم مع البول.
6. ضروري لتصنيع الكولاجين وتجلط الدم.

مصادره الغذائية:

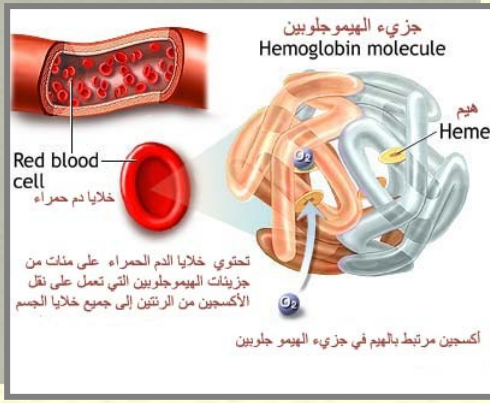
جميع الأغذية التي تحتوي على البروتين تعتبر من المصادر الرئيسية للكبريت مثل اللحوم والأسماك والبيض والأجبان والعدس.

أعراض نقصه:

لا تظهر أعراض نقص الكبريت على الإنسان لتوافره بكثرة في البروتينات والأحماض الأمينية لذلك فإن الوجبة التي تمد الجسم باحتياجاته من البروتين تفي أيضاً باحتياجاته من الكبريت.

ثانياً - العناصر المعدنية الصغرى:

الحديد (Fe) Iron



من أكثر العناصر المعدنية الصغرى أهمية لما يؤديه من وظائف مهمة و ضرورية للجسم ويقدر متوسط ما يحتويه جسم الشخص البالغ من الحديد بحوالي 4 جرامات أي (0.004 % من وزن الجسم) فقط وتوزع كالتالي:

- 70% منه في الهيموجلوبين Hemoglobin لكريات الدم الحمراء " المادة التي تصبغ الكريات الحمراء باللون الأحمر".

- 20% في مخازن الحديد في الكبد والطحال ونخاع العظام في صورة فرتيتين Ferritin وهيموسيدرين Hemosiderin " حديد غير هيمي".

- 5 % في ميو جلوبيين Myoglobin " العضلات" في صورة حديد هيمي Heme iron.

- 5 % في الخلايا والإنزيمات المحتوية على الحديد.

وظائفه:

على الرغم من محدودية الحديد في الجسم إلا إنه يقوم بالعديد من الوظائف الحيوية والمهمة ومنها:

1. يدخل في تركيب الهيموجلوبين الذي يعتبر المكون الأساسي لخلايا الدم الحمراء حيث يعمل على نقل الأكسجين من الرئتين إلى جميع أنسجة الجسم لأوكسدة العناصر الغذائية المولدة للطاقة.
2. يدخل الحديد في تركيب هيموجلوبين العضلات الذي يعمل كمستودع للأكسجين Oxidative Enzymes لاستعماله في انقباض العضلات.
3. يدخل في تكوين الإنزيمات المؤكسدة الموجودة في العضلات اللازمة لإنتاج الطاقة من الجلوكوز والأحماض الدهنية.
4. يساعد على تصنيع المواد التي تنتقل النبضات " الإشارات العصبية " من خلية عصبية إلى أخرى.
5. يدخل في تصنيع الكولاجين و البيورين Purines المكون للأحماض النووية كما يدخل في إنتاج الأجسام المضادة Antibodies.
6. يساعد على التخلص من مفعول الأدوية السامة في الكبد ومن الدهون الزائدة في الدم.
7. يخزن حوالي 20% منه في الكبد والطحال ونخاع العظم في صورة فرتيتين وهيموسيدرين Hemosiderin لاستعماله في بناء الهيموجلوبين عند الحاجة.

مصادره الغذائية:

يوجد الحديد في مجموعة واسعة من الأغذية وتنقسم حسب مصدرهما إلى نوعين وهما :

- مصادر حيوانية:

تعد اللحوم وبدائلها من أفضل مصادر الحديد حيث يتميز بمعدل امتصاص مرتفع وذلك لاحتوائها على 40 % من الحديد الهيمي و60% حديد غير هيمي ومنها اللحوم الحمراء والدواجن والبيض والسك و الكبد و الكلاوي وكذلك بدائل اللحوم من البقوليات مثل الفاصوليا و البازلاء.

- مصادر نباتية:

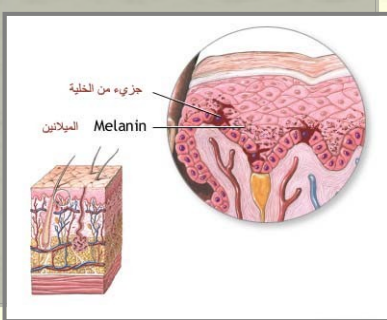
الفواكه والخضروات من المصادر الجيدة للحديد غير الهيمي خصوصاً الخوخ والمشمش والتين والزبيب وجميع الخضروات الورقية الخضراء وكذلك الحبوب الكاملة والمدعمة ومنتجاتها كالخبز الأسمر و المعكرونة السمر.

أعراض نقصه:

تتعدد أسباب نقص الحديد في الجسم أما عن طريق فقدان الدم كالإصابة بالنزيف أو أثناء الدورة الشهرية للمرأة أو قلة امتصاصه في الجسم أو تناول وجبات غذائية فقيرة في محتواها من الحديد لفترة طويلة مما يؤدي إلى الإصابة بأعراض نقص الحديد وتسمى الأنيميا وهي :

انخفاض مستوى الهيموجلوبين في الدم وعدد كريات الدم الحمراء وصغر حجمها مما يقلل من عمليات أكسدة العناصر الغذائية وإنتاج الطاقة فتظهر أعراض أخرى ظاهرة على الشخص وهي:

- سرعة الشعور بالتعب والإجهاد لأقل مجهود.
- شحوب واصفرار الوجه.
- ضيق في التنفس عند أداء أي مجهود عضلي.
- الشعور بالدوران والغثيان.
- قلة التركيز والانتباه.
- تنمل الأطراف.
- شعور بالضعف العام.
- إصابة الأطفال باضطرابات سيكولوجية مثل فرط النشاط وقلة اليقظة والانتباه وفقدان الشهية.
- احتمالية تعرض الأم الحامل إلى الولادة المبكرة أو ولادة أطفال ناقصي الوزن وفي حالة النقص الشديد تتعرض الأم إلى الوفاة أو وفاة الجنين.



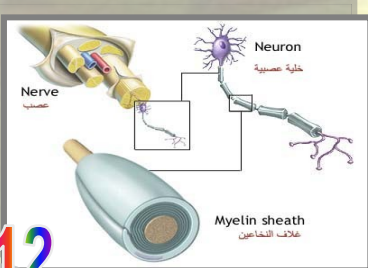
النحاس (cu) Copper

يحتوي جسم الإنسان البالغ على حوالي 100 - 150 ملجم من النحاس حيث يوجد 35% منه في الكبد والمخ والباقي موزعاً في القلب والكليتين والبنكرياس والطحال والرئة والعظام والعضلات كما يوجد بكميات لا بأس بها بشكل متصل مع بروتين بلازما الدم.

وظائفه:

يدخل في العديد من الأنزيمات المهمة للجسم كعامل مساعد للقيام بالعمليات الحيوية كالأكسدة والاختزال والعمليات التي تحدث داخل الخلية ومن هذه العمليات:

1. يساعد على تأكسد الحديدوز " Fe^{2+} " إلى حديديك " Fe^{3+} " في بلازما الدم وينقله عبر الدم إلى المواقع التي يتم فيها تكوين الهيموجلوبين في الجسم.
2. تحويل الحمض الأميني تيروسين Tyrosine إلى الميلانين Melanin وهي عبارة عن صبغات سوداء موجودة في الجلد والشعر.
3. يساعد على نقل الإلكترونات " الأكسدة الفسفورية " التي تسهم في عملية إنتاج الطاقة " ATP " من الدهون و الكربوهيدرات والبروتينات داخل الخلايا.
4. يساعد على تصنيع بروتين الكولاجين الذي يربط الأنسجة والخلايا بعضها ببعض.
5. يلعب دور بارز في عملية أكسدة فيتامين "ج" وتركيب إنزيمات الفينولاز Phenolase.
6. يساعد النحاس على تحريك الحديد من مخازنه في الكبد لتصنيع الهيموجلوبين مما يحمي الإنسان من الإصابة بالأنيميا.
7. يقوم بتصنيع غلاف النخاعين Myelin Sheath المحيط بالألياف العصبية.



مصادره الغذائية:

يتوافر النحاس في مجموعة واسعة من الأغذية كاللحوم والخضروات والفواكه وتعتبر المحاريات والصدفيات والكبد والبقول والمكسرات والحبوب الكاملة والكاكاو من أغنى المصادر الغذائية للنحاس.

أعراض نقصه:

تظهر أعراض نقص النحاس على الإنسان في حالة وجود عيب وراثي في أيض الغذاء أو الإصابة بأمراض حادة يصاحبها إسهال مستمر لفترة طويلة ومن هذه الأعراض:

- انخفاض في مستوى الهيموجلوبين والإصابة بالأنيميا.
- انخفاض في كريات الدم البيضاء واضطرابات عصبية.
- قلة تكون صبغة الميلانين في الجلد والشعر.
- انحلال المعادن وارتفاع الكولسترول في الدم.

الزنك (Zn)

يحتوي جسم الإنسان البالغ على حوالي 2 جم من الزنك موزعة على جميع أنسجة الجسم وخصوصاً في العينين وأعضاء التكاثر والكبد والعظام والعضلات اللاإرادية والبنكرياس وكريات الدم الحمراء والشعر والرئتين.

وظائفه:

للزنك وظائف عديدة ومهمة للجسم و تتلخص وظائفه الفسيولوجية في:

1. يدخل في تركيب عدد من الإنزيمات الضرورية كعامل مساعد لعمليات أيض الغذاء والتي تعتمد في نشاطها وعملها على العناصر المعدنية Metalloenzymes ومن هذه العمليات:
 - نقل ثاني أكسيد الكربون في الدم إلى الرئتين و تكوين حمض الهيدروكلوريك في المعدة والمحافظة على التوازن الحامضي والقاعدي في الجسم بواسطة إنزيم الكربونيك Carbonic Anhydrase .
 - يعمل على تحلل البروتين أثناء عملية الهضم وعملية أيض العظام .
 - له دور في التحلل السكري من خلال تحويل حمض البيروفيك Pyruvic Acid إلى حمض اللاكتيك (التحلل السكري) Glycolytic Pathway
 - يعمل في الكبد على أكسدة الكحولات وإزالة التأثير السمي لها.
 - يعمل على أيض وتحريك فيتامين " أ" من مخازنه في الكبد وتحويل الريتينول Retinol إلى رتنال Retinal أثناء عملية الإبصار Vision Process .
 - له دور بارز في عملية انقسام الخلايا وبناء البروتين والأحماض النووية " RNA -DNA " .
2. يساعد الزنك على تكوين الكولاجين Collagen الضروري لالتئام الجروح.
3. يدخل في تركيب الأنسولين ويساعد على تخزينه وبقاء فاعليته لمدة طويلة.
4. يعمل على ترسيخ وتثبيت التركيب البنائي للأغشية الخلوية.
5. له دور فعال في النضوج الجنسي ونمو الأعضاء التناسلية والقيام بوظائفها.
6. عامل أساسي للنمو ومنع التقزم وصغر حجم الجسم.

مصادره الغذائية:

تتنوع مصادر الزنك الغذائية في مجموعة واسعة من الأغذية وينقسم إلى ثلاث مجموعات حسب نسب تركيزه:

1- تركيز بنسب عالية:

يتركز في مجموعة اللحوم وخصوصاً الأغذية البحرية كالمحاريات والجمبري (الروبيان) واللحوم الحمراء والكبد و الكلاوي وصفار البيض.

2- تركيز بنسب جيدة أو متوسطة:

في المكسرات و البقوليات كالعدس و البازلاء و الفاصوليا الجافة و الحبوب مثل جنين القمح و القمح الكامل.

3- تركيز بنسب قليلة جداً:

مجموعة الخضروات و الفواكه فيما عدا الفاصوليا الخضراء و الكرنب.

أعراض نقصه:

يؤخر نقص الزنك العمليات الحيوية للأنزيمات التي يشترك فيها مما يؤدي إلى:

1. انخفاض نسبته في بلازما الدم وكريات الدم الحمراء مما يؤدي إلى حدوث اضطرابات في حاستي التذوق والشم وفقدان الشهية للأكل.
2. بطء في النمو وتأخر في التئام الجروح وتساقط الشعر وظهور بثرات على الجلد.
3. انخفاض إفراز الأنسولين مما يسبب ارتفاع في مستوى السكر في الدم.
4. انخفاض في تحرك فيتامين "أ" من مخازنه في الكبد مما يؤدي إلى ظهور أعراض نقص فيتامين "أ" والتي أهمها العمى الليلي.

المنجنيز (Mn) Manganese

المنجنيز عنصر ضروري للجسم ويتركز في العظام والكبد و الغدة النخامية والكليتين ويرتبط ببعض الأنزيمات الضرورية التي تقوم بعدد من التفاعلات الأيضية في الجسم.

وظائفه:

تتشابه وظائف المنجنيز مع وظائف العناصر المعدنية الأخرى التي يحتاج إليها الجسم بكميات صغيرة حيث يعمل على تنشيط الأنزيمات اللازمة لأيض البروتينات والدهون و الكربوهيدرات المولدة للطاقة وأهم ما يقوم به:

1. يساعد على تكوين اليوريا Urea التي يطرد عن طريقها النيتروجين من الجسم " الأمونيا السامة".
2. يعمل على تحلل البروتينات في الأمعاء إلى ببتيدات قصيرة Peptidases وأحماض أمينية يستفيد منها الجسم.
3. يعمل على حماية الميتوكوندريا Mitochondria في الخلية من التهدم الأكسيدي Oxidative Damage.
4. له دور مهم في نقل الدهون من الكبد وفي مسارات تصنيع الكوليسترول والأحماض الدهنية.
5. يعمل على تطوير عملية بناء العظام والأنسجة الضامة والتكاثر وتنظيم تهيج العظام.
6. يعمل على تنشيط الأنزيمات الضرورية لتصنيع الكربوهيدرات المخاطية Mucopolysaccharides اللازمة لتكوين الغضاريف.

مصادره الغذائية:

من المصادر الرئيسية للمنجنيز المخ و البقوليات " البازلاء والفاصوليا وفول الصويا" والحبوب الكاملة والمكسرات والخضروات الورقية والشاي والقهوة وتتوقف كمية المغنسيوم في الخضروات والفواكه على كميته في التربة التي ينمو عليها النبات.

أعراض نقصه:

لا توجد أعراض نقص ظاهرة أو واضحة لنقص عنصر المنجنيز على الإنسان وقد سجلت إصابات قليلة جدا لبعض الحالات المرضية مثل مرض السكر وانخفاض كفاءة البنكرياس و نقص البروتين والطاقة.

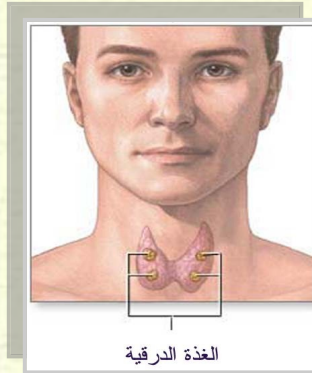
اليود (I): Iodine

اليود من العناصر الغذائية المهمة في جسم الإنسان لأنه يدخل في تركيب هرمونات الغدة الدرقية حيث تعادل الكمية الموجودة فيها بحدود 70-80% من الكمية الكلية الموجودة في الجسم، أما الجزء المتبقي فيوجد في الأنسجة والعضلات والجلد والمبايض والدم والعظام و الغدد اللعابية والثديية وغيرها أما بشكل حر أو مرتبط مع عوامل أخرى.

وظائفه:

تتمثل الوظيفة الأساسية لليود لوجوده كجزء من تركيب بروتيني معقد في هرمونات الغدة الدرقية وهي:

1. هرمون الثيروكسين (T4)Thyroxin وهو متصل بأربع ذرات من اليود ويعمل على:



- تنظيم معدل الأكسدة Oxidation "أيض الطاقة" في داخل الخلايا.

- يؤثر على معدل النمو العقلي والجسماني .

- ينظم معدل الأيض الأساسي ونشاط الجهاز العصبي والدوري والعضلي والتناسلي.

- ضروري لتوازن الماء ونشاط بعض الغدد الصماء الأخرى.

- يعمل على تحويل الكاروتين Carotene إلى فيتامين "أ" وامتصاص الجلوكوز من خلايا الأمعاء وتصنيع البروتين.

- يعمل على خفض الكوليسترول في الدم.

- له دور مهم في عمليات التكاثر والإنجاب.

2- هرمون الثيرونين ثلاثي اليود (T) Tri- Iodothyronine وهو متصل بثلاث ذرات من اليود ويؤدي وظائف مشابهة لهرمون الثيروكسين التي تتمثل في تنشيط عمليات الأكسدة والأيض الغذائي.

مصادره الغذائية:

تتوقف كمية اليود الموجود في الغذاء تبعاً لكمية اليود الموجود في التربة أي إن التربة الغنية في محتواها من اليود تنتج محاصيل زراعية غنية باليود والعكس صحيح. كذلك الأغذية البحرية مثل الأسماك والربيان والصدفيات تكون نسبة اليود فيها أعلى من أسماك مياه الأنهار أو المياه العذبة ويعتبر الملح المدعم باليود أفضل مصادره الغذائية حيث إن ربع ملعقة من طعام الملح تمد الجسم باحتياجاته من اليود.

أعراض نقصه:

انخفاض نسبة اليود في الجسم يسبب انخفاض في إنتاج هرمون الثيروكسين مما يؤدي إلى:

1. الإصابة بمرض تضخم الغدة الدرقية " مرض الجويتر " Goiter Disease وزيادة نشاطها مما يؤدي إلى ظهور الأعراض التالية:

- انخفاض في حرارة الجسم والشعور بالكسل والبلادة.

- بطء سرعة التنفس والنبض وتغلظ الأنسجة الضامة تحت الجلد والأعضاء.

2. قلة عمليات أكسدة العناصر الغذائية وإنتاج الطاقة في الجسم.

3. نقص اليود أثناء فترة الحمل يؤدي إلى إصابة الطفل بتخلف عقلي وتوقف النمو الجسماني و التقزم وكبير حجم الوجه واللسان و الشفاه وخشونة الصوت وتضخم البطن وبروزه.

4. الإصابة بمرض المكسيديما Myxedema للبالغين الذي يتميز بتضخم وتورم الوجه وتوقف النمو وخشونة الشعر واصفرار الجلد وجفافه وعدم القدرة على تحمل البرد و بحة و انخفاض الصوت.

السيلينيوم Selenium:

ينتشر السيلينيوم في جميع أنسجة الجسم ما عدا النسيج الدهني ويتركز وجوده في الكبد والكليتين والطحال والقلب.

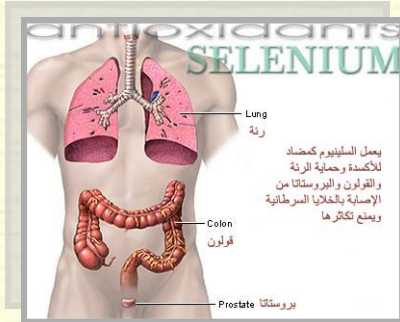
وظائفه:

يشابه السيلينيوم فيتامين "هـ" في عمله كمانع للأكسدة ويكون كل منهما احتياطي للأخر في داخل الخلية ويعمل:

1. كمضاد للأكسدة Antioxidants في جسم الإنسان حيث يمنع أكسدة كريات الدم الحمراء بمساعد فيتامين "هـ".

2. يتحد مع البروتين بحيث يكون جزء أساسي للأنزيم الذي يحمي الخلايا والغشاء الدهني من الأكسدة.

3. له دور في تنظيم عمل هرمونات الغدة الدرقية وكذلك تنظيم عمل فيتامين "ج".



مصادره الغذائية:

يوجد السيلينيوم في الأغذية في صورة عضوية متحداً مع البروتينات وتعد بدائل اللحوم من المصادر الغنية بالسيلينيوم خصوصاً الكبد و الكلاوي والأغذية البحرية واللحوم والبيض أما الأغذية النباتية فيتوقف محتواها على تركيزه في التربة التي ينمو فيها النبات.

أعراض نقصه:

تظهر أعراض نقص السيلينيوم عادة على الأطفال والنساء في فترة الحمل وهي:

1. تلف خلايا عضلات القلب مما ينتج عنه فشل القلب ويعرف بمرض كيشان Keshan's disease.

2. الإصابة بضعف عضلي شديد وعدم الراحة بسبب الانخفاض الشديد لمحتوى الدم من الأنزيمات المضادة للأكسدة والتي تحتوي على عنصر السيلينيوم.

الموليبدينوم (Mo) Molybdenum

أظهرت الدراسات الحديثة أهمية عنصر الموليبدينوم لأنسجة وسوائل جسم الإنسان والنبات. ويحتوي جسم الإنسان البالغ على 9 ملجم من الموليبدينوم ويتركز معظمه في الكبد والكليتين وكريات الدم والخلايا الكظرية. وظائفه:

- تتمثل الوظيفة الرئيسية للموليبدينوم إنه يعمل كعامل مساعد لتنشيط إنئين من الأنزيمات التي تعمل على :
1. تحريك الحديد من مخازنه في الكبد وارتباطه بالترانس فيرين Transferrin الذي ينقله إلى أنسجة الجسم المختلفة عند الحاجة.
 2. يعمل على أكسد الأدهيدات Aldehyde oxidase إلى أحماض عضوية.
 3. ضروري لنمو البكتيريا التي تثبت النيتروجين Nitrogen - Fixing.
 4. يزيد من قدرة الأسنان على الاحتفاظ بالفلور مما يلعب دور مهم في حماية أطراف الأسنان من التسوس.
- مصادره الغذائية:

من المصادر الغذائية التي تمد الجسم بهذا العنصر هي البقوليات مثل البازلاء والفاصوليا واللحوم الحمراء والدواجن و الكبد والكلوي والحبوب الكاملة.

أعراض نقصه:

لا توجد أعراض نقص الموليبدينوم على الإنسان لأن الاحتياجات الغذائية منه ضئيلة جداً ولكن من خلال الدراسات التي تجري حالياً على بعض الفئران وجد إن نقصه له علاقة بالإصابة بالأنيميا وبطء في نضج كريات الدم الحمراء وإسهال وتأخر في النمو.

الفلور (F1) Fluorine

يحتوي جسم الإنسان على كميات قليلة جداً من الفلور الذي يتركز معظمه في العظام ومينا الأسنان وقد عرفت أهميته في وقاية الأسنان من التسوس ويزيد من مقاومتها ضد تأثير البكتيريا المكونه للحموضة.

وظائفه:

تتمثل الوظائف الفسيولوجية للفلور في الجسم كالتالي :

1. له دور رئيسي في وقاية الأسنان من التسوس حيث يشترك مع الكالسيوم والفسفور في ترسيبهما في الأسنان والعظام أثناء عملية التكلس Calcification مما يجعل الأسنان أكثر قوة ومقاومة للتسوس.
2. يقلل من درجة نوبان معادن الأسنان ويعمل على زيادة مقاومة الأشخاص المسنين للإصابة بمرض لين العظام .
3. يثبط الفلور عمل البكتيريا المنتجة للأحماض من المواد الكربوهيدراتية في الفم مما يقلل من تحلل الأسنان.

مصادره الغذائية:

تعتمد كمية الفلور الموجودة في الغذاء على حسب تركيزه في الماء والتربة التي ينمو فيه النبات وتعد الأغذية البحرية و البقوليات والقهوة من المصادر الغنية به ويعتبر ماء الشرب المحتوي على الفلور بتركيز جزئ واحد في المليون هو المصدر الرئيسي للفلور الذي يحتاجه جسم الإنسان.

أعراض نقصه:

يؤثر نقص الفلور على الأطفال مما يؤدي إلى حدوث تسوس الأسنان لديهم.

الكروم (Cr) Chromium

عرف الكروم بعامل تحمل الجلوكوز (GTF) Glucose Tolerance Factor بحيث يقوم بدور حيوي في أيض الكربوهيدرات ويتركز معظمه في الشعر والطحال والخصيتين.

وظائفه

تتمثل الوظائف الفسيولوجية للكروم في الجسم بأن:

1. له دور مهم في عملية أيض الكربوهيدرات حيث يعمل على نقل الأنسولين وامتصاص الجلوكوز من أغشية الخلايا إلى داخل الخلايا.
2. له دور بارز في عملية أيض الدهون وتحفيزها على تصنيع الكوليسترول والأحماض الدهنية.
3. يتحد مع الحمض النووي RNA مما يسهم في تصنيع البروتين.
4. يعمل كمنشط لعدد من الإنزيمات الضرورية لأيض الغذاء.

مصادره الغذائية:

يتواجد الكروم بكميات كافية في اللحوم والحبوب الكاملة و الألبان و الكبد بينما يعتبر الحليب والدقيق الأبيض والخبز والسّمك والخضروات الورقية من المصادر الفقيرة به.

أعراض نقصه:

وجدت أعراض نقص الكروم على الأشخاص المصابين بحالات سوء التغذية الشديدة وكذلك المصابين بمرض السكري وأمراض الأوعية الدموية والقلب على شكل اضطرابات في أيض الكربوهيدرات والأحماض الأمينية والدهون وارتفاع الكوليسترول في الدم.

الكوبالت (Co) Cobalt

يدخل الكوبالت في تركيب فيتامين "ب₁₂" الذي يصنع عن طريق البكتيريا ولهذا تتمثل وظائفه الفسيولوجية في الجسم بـ:

1. يدخل في تركيب فيتامين "ب₁₂" الضروري للوقاية من الأنيميا.
2. له دور أساسي لقيام الخلايا بوظائفها الحيوية في نخاع العظم والجهاز العصبي والجهاز الهضمي.
3. ضروري لتنشيط بعض الأنزيمات المهمة للجسم.

مصادره الغذائية:

يتوافر الكوبالت في الأغذية الحيوانية وخصوصاً اللحوم الحمراء والكبد و الكلاوي ويوجد في الأغذية النباتية على حسب تركيزه في التربة وخصوصاً الحبوب و البقوليات والخضروات الورقية.

أعراض نقصه:

لم تظهر أعراض معروفة وواضحة لنقص عنصر الكوبالت على الإنسان أما بالنسبة للحيوانات فقد ظهرت أعراضه في صورة فقدان للشهية وهزال وقلة الحركة وأنيميا.

الفانديوم Vanadium(V)

تحتوي أنسجة جسم الإنسان على نسب قليلة جداً من الفانديوم خصوصاً الكبد والعظام وقد ثبت إنه يلعب دور مهم بالنسبة لأيض الدهون ومنع توسوس الأسنان حيث يحل محل الفسفور في تكوين ملح الأبتايت المسئول عن إعطاء الصلابة للأسنان وزيادة مقاومتها للتسوس والنخر.

ويتوافر بنسب منخفضة في الأغذية الحيوانية والنباتية ولا توجد أعراض نقص للفانديوم على الإنسان ومن خلال الأبحاث والدراسات وجد أعراض نقص له على صيصان الدجاج عند سحب الفانديوم من الوجبة الغذائية وهي وجود بطء في النمو وضعف في التكاثر واضطراب في أيض الدهون وتشوهات في العظام ونقص في مستوى الكولسترول.

بقية العناصر المعدنية الأخرى:

وهي القصدير والنيكل والسيلكون والزرنيخ من العناصر التي توجد بنسب قليلة جداً في جسم الإنسان ولا زالت الدراسات الحديثة تقوم بالعديد من التجارب على الحيوانات للتعرف على أهمية هذه العناصر ودورها الحيوي في الجسم.

مصطلحات غذائية :

قرين إنزيم (Coenzyme) : ويطلق هذا المصطلح على جميع الفيتامينات أو المعادن التي تكون مقترنة بالإنزيمات كجزء منها أو تعمل على تنشيطها.

الأيض (Metabolism) : هو العمليات أو التفاعلات الكيميائية التي تحدث داخل جميع الخلايا الحية في الجسم حيث يتم تحويل جميع العناصر الغذائية إلى طاقة أو مركبات جديدة تستخدم لبناء الأنسجة وقيام الجسم بوظائفه الحيوية.

الماء الأيضي (Metabolic Water) : ويقصد به كمية الماء الناتجة من عمليات الأيض الغذائي (أكسدة العناصر الغذائية) في داخل الخلية.

عملية التكلس : هي العملية التي ينتج منها الهيكل الصلب للعظام والأسنان وهي تتكون أساساً من الكالسيوم والفسفور وبعض الأملاح المعدنية الأخرى المساعدة في صورة بلورات من ملح الهيدروكسي أباتيت $(Ca_{10} PO_4 (OH)_2)$ (Hydroxyapatite).

الهيم جلوبيين (Hemoglobin) : عبارة عن بروتين موجود في كريات الدم الحمراء ووظيفته نقل الأكسجين من الرئة إلى كافة خلايا الجسم، ويتكون من الهيم (مادة الحديد + صبغه) و الجلوبيين (البروتين).

الرقم اليودي : هو عدد جرامات اليود التي يمتصها 100 جرام من الدهن ويستخدم كمقياس لمعرفة نسبة التشبع في الدهن.

الأديما : هو انتفاخ أو تورم في عدة مناطق من الجسم بسبب احتباس سوائل الجسم في داخلها.

الراوند : نبات الراوند نوعان أحدهما طبي والآخر غير طبي ويزرع في الحدائق للزينة والراوند الطبي Rhubarb نبات عشبي له أوراق عريضة جداً حيث يمكن أن يصل ارتفاع الورقة إلى حوالي مترين ونصف المتر، له جذر ثخين زاحف لونه بنيًا في الخارج وأصفر من الداخل، ينتشعب الجذر إلى عدة فروع، له سيقان مستديرة ومنتشعبة ومجوفة، له أزهار مؤلفة من عدد كبير من الأزهار صغيرة توجد على هيئة سنابل أو عناقيد.

المراجع:

- أساسيات تغذية الإنسان - د. عصام بن حسن عويضة - الطبعة الأولى 2004 م .
- أسس التغذية الصحية - د. جعفر صادق ظاهر - الطبعة الأولى 2004 م .
- العناصر المعدنية - د. عبد الحميد محمد عبد الحميد - الطبعة الأولى 2000 م .
- Vitamin And Mineral Requirements in Human Nutrition - WHO-1998