كلية: الطب البشري	مقرر: الكيمياء الحيوية السريرية
الرمز:PHPM848	مدرس المقرر: د. رهام المقبل

تصنيف المعادن والكهارل وخصائصها العامة

Mineral & Electrolytes Classification& Properites

التصنيف ومنحنى الاستجابة للجرعة:

تصنف العناصر المعدنية الضرورية لاشكال الحياة إلى أربع مجموعات :

١- العناصر الكتلية bulk.

٢- الأيونات والمعادن كبيرة المقدار macrominerals.

٣- العناصر زهيدة المقدار trace elements (او دقيقة المقدار microminerals)

٤- العناصر مستدقة المقدار ultratrace (وبينها بعض المعادن وبعض أشباهها).

ومفهوم الضرورة يتبع المعايير التالية.

١- يظهر العوز الوظيفي الفيزيولوجي عندما يغيب العنصر عن الغذاء .

٢- يشفى العوز بإضافة العنصر للغذاء.

٣- ارتباط وظيفة بيولوجية معينة مع العنصر.

يتبع كل عنصر منحنى الاستجابة للجرعة ويكون نوعياً له ، فعند أصغر الجرعات لا يتمكن الكائن الحي من البقيا ، بينما يعيش مع جرعات العوز لكن في حالة ليست المثلى . وتبدأ الآثار السمية بالظهور مع الجرعات الأعلى من الحالة المثالية لتؤدي أخيراً إلى الوفاة.

تتراوح المتطلبات اليومية النوعية للعناصر الضرورية بين ميكروغرامات قليلة (كالسيلينيوم واليود) وعدد من الميليغرامات (كالفلور) لتصل إلى رتبة الغرامات (كالصوديوم والكالسيوم).وهذا ماكان أساس أحد طرائق التصنيف الأبسط للمعادن بين

العناصر الرئيسية أو كبيرة المقدار (توجد في الجسم بكميات كبيرة ومتطلباتها اليومية أكبر من ١٠٠ مغ ، والعناصر الزهيدة أو صغيرة المقدار (توجد بكميات صغيرة ومتطلباتها اليومية أقل من ١٠٠ مغ).

الجدول 2-1: تصنيف العناصر الكيميائية المعدنية الضرورية لأشكال الحياة وفق ضرورتها ومقدارها.

العناصر الكتلية (مجموعة 1)		الأيونات والمعادن كبيرة المقدار (مجموعة 2)		العناصر زهيدة المقدار (مجموعة 3)		مُستدقّة المقدار (مجموعة 4)			
						المعادن		أشباه المعادن	
الهيدروجين	H	الصوديوم*	Na	الحديد	Fe	المنغنيز	Mn	الفلور	F
الكربون	C	البوتاسيوم*	K	الزنك	Zn	الموليبدينيوم	Mo	اليود	I
النتروجين	N	المغنيزيوم*	Mg	النحاس	Cu	الكوبالت	Co	السيلينيوم	Se
الأكسجين	O	الكالسيوم*	Ca			الكروم	Cr	السيليكون	Si
الفسفور*	P	الكلور*	Cl			الفاناديوم	V	الزرنيخ	As
الكبريت*	S					النيكل	Ni	البور	B
						الكادميوم	Cd		
						القصدير	Sn		
						الرصاص	Pb		
						الليثيوم	Li		

الوظائف: نظرة عامة

تختلف طرائق عمل المعادن في الجمل البيولوجية ، فعناصر المجموعتين الأولى والثانية تعمل كعناصر بنيوية أو في صيانة التوازن الحلولي (السائل داخل الخلايا وخارجها) والشاردي (كمون الأغشية والاستقطاب ونقل السيالة العصبية، ومن هنا سميت بالكهارل). وتعمل أيونات المعادن التي توجد في حالة أكسدية واحدة كعناصر بنيوية (كالزنك في موتاز فوق الأكسيد)أو كمحفزات لفعالية البروتين (الكالسيوم مع الكالموديولين في عمل الهرمونات ومع التروبونين في التقلص العضلي). أما المعادن الانتقالية التي تتغير حالتها الأكسدية فتخدم كناقلات للالكترونات (ومنها الحديد في السيتوكرومات أو في عناقيد الكبريت والحديد في السلسلة التنفسية المتقدرية ، والنحاس في أكسيداز السيتوكروم C) أو ميسرات لنقل الأوكسجين (كما هو حال الحديد في الهيموغلوبين والميوغلوبين أو النحاس في الهيموسيانين) أو كمواقع يحدث عندها التحفيز الأنزيمي (كأيونات النحاس في ديسموتاز فوق الأوكسيد والموليبدينيوم في أكسيداز الزانثين). ويمكن لأيونات المعادن أن تعمل بأكثر من طريقة وتقوم بأكثر من وظيفة وفقاً لموضعها في الجملة البيولوجية .

الجدول 2-2: تصنيف المعادن الضرورية وفق وظائفها.

الوظيفة	المعادن
بنيوية	الكالسيوم، المغنيزيوم، الفسفور، الزنك (البروتينات الرابطة للدنا)
في الغشاء والتوازن الحلولي والشاردي	الصوديوم، البوتاسيوم
مجموعة ضميمة للإنزيمات	الكوبالت، النحاس، الحديد، الموليبدينيوم، السيلينيوم، الزنك
تنظيمية، أو في عمل الهرمونات	كالسيوم، كروم، يود، مغنيزيوم، منغنيز، صوديوم، بوتاسيوم
نقل الإلكترونات	النحاس، الحديد، الكبريت
نقل الأكسجين	الحديد، النحاس
ضرورية لكن وظيفتها غير معروفة	السِّيليكُون، الفاناديوم، النيكل، القصدير
لديها تأثيرات لكنّ ضرورتها لم تثبت	الفلور، الليثيوم
يسبب فرطها تأثيرات سمية وليس لها وظيفة تغذوية معروفة	الألومنيوم، الزرنيخ، الأنتيمون، البور، البروم، الكادميوم، السيزيوم، الجيرمانيوم، الرصاص، الزئبق، الفضة، السترونشيوم

ورغم أن العديد من المعادن مطلوبة بجرعة ما من أجل البقيا ، فكلها قد تكون مهلكة مع الجرعات المفرطة منها وبعضها يكون ساماً حتى في أدنى جرعاته (كالرصاص والزئبق) رغم أنها موجودة دائماً في بيئتنا ، ويعود ذلك إلى كونها تشكل معقدات تبقى زمناً طويلاً مع أنواع المركبات العضوية وتستقر في أدنى السلسلة الغذائية. فمركبات ميثيل الزئبق، على سبيل المثال، سببت داءاً مريعاً في اليابان قبل التعرف على التأثيرات السمية لتلوث الغذاء به . كما لا يزال تلوث الهواء بمركبات الرصاص مشكلة كبيرة صحية في البلدان التي لا تزال تستخدم البنزين المخلوط بالرصاص .

وتخضع العناصر كغيرها من المركبات الكيميائية في الجسم، لمعايير الاستتباب ، وهو عملية معقدة تتضمن العديد من العناصر والمكونات الحيوية ومصادر الطاقة وتهدف إلى الحفاظ على العناصر والمركبات الكيميائية ضمن المستويات الفيزولوجية المثالية . والتأثير بين حالات عوز العناصر وفرطها (زيدها) قد يتدخل في الاستتباب ، وربما يقود إلى حالة مرضية. وفيما يلي عرض ملخص لأهم الخصائص للعناصر كبيرة المقدار الرئيسة والزهيدة مع وظائفها ومصادرها وتظاهرات عوزها وفرطها.

الجدول 2-3: المعادن كبيرة المقدار الرئيسة: ملخص عن الخصائص الرئيسة.

العنصر	الوظائف	الاستقلاب[1]	العَوَز	التسمم[2]	المصادر[3]
الكالسيوم	بنية العظام والأسنان، تنظيم الوظيفة العصبية والعضلية	يحتاج امتصاصه للبروتين الرابط للكالسيوم وينظمه الفيتامين D وهرمون الدريقات والكالسيتونين	الأطفال: الرخد البالغين: تليّن العظام، ويمكن أن يسهم في تخلخل العظام	فرط امتصاص ناجم عن فرط الفيتامين D أو فرط كالسيوم الدم بفرط نشاط الدريقات أو فرط كالسيوم الدم الغامض	منتجات الألبان والبقول والخضار الورقية
الفسفور	بنية العظام والأسنان و ATP والمتوسطات الاستقلابية المفسفتة والحموض النووية	ضبط الامتصاص غير معروف (D؟). تنظيم المستوى المصلي بعود الامتصاص الكلوي	الأطفال: الرخد البالغين: تليّن العظام	ينبّه انخفاض نسبة Pi إلى Ca^{2+} فرط الدريقات الثانوي، وقد يؤدي إلى خسارة بالعظم	المُضافات الطعامية الفسفاتية
المغنيزيوم	بنية العظام والأسنان، تميم إنزيمي (إنزيمات الكيناز وغيرها)		ثانوي لسوء الامتصاص أو الإسهال أو الكحولية	كبت المنعكسات الوترية العميقة والتنفس	الخضار الورقية الخضراء (الكلوروفيل)
الصوديوم	كاتيون خارج الخلايا؛ حجم البلازما، التوازن الحمضي القلوي، الوظيفة العصبية العضلية، مضخة الصوديوم والبوتاسيوم	يُنظَّم بجملة الرينين–أنجيوتنسين–ألدوستيرون	غير معروف في الغذاء السوي، ثانوي للأذية أو للاعتلال	فرط ضغط الدم (عند المستعدين)	ملح الطعام
البوتاسيوم	مثل الصوديوم عدا كونه كاتيون خارج الخلايا الرئيس	يُنظَّم بجملة الرينين–أنجيوتنسين–ألدوستيرون	ثانوي لاعتلال أو أذية أو للمُدرّات؛ ضعف عضلي، شلل، تشويش ذهني	توقف القلب، قرحات بالأمعاء الدقيقة	الخضار والفواكه والمكسرات
الكلور	توازن السوائل والكهارل، العُصارة المعدية؛ انزياح الكلور مع نقل البيكربونات في الكريات الحمر		تغذية الرضع الخالية من الملح؛ ثانوي للقيء والعلاج بالمدرّات وأمراض الكلية		ملح الطعام