د.شيرين اليوسف

قياس الحديد في المصل

measurement of Iron in the srum

الحديد هو العنصر الرابع الأكثر وفرة في القشرة الأرضية. يُصنَّف الحديد على أنه عنصر زهيد في الجسم على الرغم من انتشاره الغزير في القشرة الأرضية. تشكل شوارد الحديد بسهولة معقدات مع لجائن معينة، كما أن شوارد الحديد قادرة على المشاركة في تفاعلات الأكسدة والإرجاع الكيميائية بالشكلين الحديد الثنائي (ferrous) والحديد الثلاثي (ferric). لذلك فالحديد يؤدي العديد من الأدوار الكيميائية الحيوية كحامل للعديد من المواد الأخرى الفعالة كيميائياً حيوياً مثل الأوكسجين وكوسيط في تفاعلات الأكسدة والإرجاع ونقل الإلكترون (عن طريق سيتوكرومات متعددة). مع ذلك فإن فعالية الحديد سلاح ذو حدين فشوارد الحديد الحرة تساهم في الجسم في الكيمياء المدمرة destructive chemistry بشكل أساسي عن طريق تحفيز تشكل الجذور الأوكسجينية الحرة، لذلك توجد كمية قليلة من الحديد الحر في الجسم بشكل طبيعي.

التأثيرات الصحية

من ال 3-5 غ من الحديد الموجود في الجسم، تقريباً 2- 2.5 غ من الحديد موجود في الهيموغلوبين وغالباً في الكريات الحمراء وطلائع الكريات الحمراء. كمية معتدلة من الحديد بحدود 130 مغ توجد في الميوغلوبين (البروتين العضلي الحامل للأوكسجين). كمية قليلة ولكن مهمة جداً (8 مغ) تتجمع في الأنسجة، حيث يرتبط الحديد بأنظيمات متعددة تتطلب الحديد لإتمام فعاليتها، تتضمن البيروكسيداز والسيتوكرومات والعديد من أنظيمات حلقة كريبس. يُخزَّن الحديد أيضاً على شكل هيموسيدرين وفرتين وبشكل رئيس في نقي العظم والطحال والكبد. عند نقص حديد الجسم قد يتأثر الحديد المتجمع يالأنسجة ويتناقص من البداية. نجد 3-5 مغ من الحديد فقط في المصل مرتبطة بالترانسفرين والألبومين والهيموغلوبين الحر.

الامتصاص والنقل والإفراز

امتصاص الحديد من الأمعاء هو الطريقة الرئيسة لتنظيم كمية الحديد في الجسم. يتم امتصاص 10% فقط من 1غ من حديد الوجبة الغذائية/اليوم، وحتى يتم امتصاصه من قبل الخلايا المعوية يجب أن يكون بالشكل Fe^{++} (ferrous) (حالة الأكسدة) ومرتبطاً بالبروتين. بما أن Fe^{+++} هو الشكل المسيطر للحديد في الطعام، لابدَّ من إرجاعه في البداية إلى الشكل Fe^{++} عن طريق عوامل معينة مثل فيتامين C قبل امتصاصه. ضمن خلية المخاطية المعوية يرتبط Fe(II) مع الأبوفيرتين ثم يتم أكسدته بالسيرولوبلاسمين إلى Fe(III) الذي يرتبط بالفيرتين. من هنا يمتص الحديد إلى الدم عبر الأبوترانسفرين، الذي يتحول إلى الترانسفرين عندما يرتبط بشاردتي حديد Fe(III). في المصل يرتبط الترانسفرين بالحديد ويحرره إلى نقي العظم الذي يتحد يهيموغلوبين الكريات الحمر. بعد 4 أشهر من الدوران تتحطم الكريات الحمراء في الطحال والكبد والبالعات التي تُرجِع الحديد إلى الدوران حيث ترتبط بالترانسفرين لإعادة استخدامها. Ferroportin يتحكم الفيروبورتين بتحرر الحديد من الخلايا. الهرمون الببتيدي المُكتَشف مؤخراً hepcidin الهيبسيدين يتحكم بشكل كبير باستقلاب الحديد بقدرته على تعديل تحرر الحديد من الخلايا عن طريق تثبيط Ferroportin. يُعدَّل تنظيم الحديد بشكل أولي من خلال الامتصاص من السبيل المعدي المعوي العلوي، يمكن زيادة الامتصاص وسعة النقل في حالات عوز الحديد وفقر الدم ونقص الأكسجة. يحدث فقدان الحديد في التوسف وخسارة الكريات الحمر في البول أو البراز. تخسر النساء تقريباً مع كل دورة شهرية 20-40 مغ من الحديد.

السمية

حالات فرط حمولة الحديد يَشار لها مجتمعةً بداء الصباغ الدموي، مع أو عدم وجود أذية نسيجية. زيادة الحديد الأولية تترافق بشكل متواتر مع داء الصباغ الدموي الوراثي .hereditary hemochromatosis (HH) . HH اضطراب متماثل الزيجوت وحيد المورثة (مقهورة) يسبب امتصاصاً شاذاً كبيراً للحديد مسبباً تراكم

الحديد. زيادة حمولة الحديد الثانوية قد تكون ناتجة عن الغذاء أو أسباب طبية أو زيادة نقل الحديد أو خلل وظيفي استقلابي. داء الصباغ الدموي هو حالة تتميز بزيادة الحديد في المصل ولكن دون وجود أذية نسيجية مُثبتة. يسبب داء الصباغ الدموي الوراثي تراكماً للحديد في الأنسجة، مؤثراً على وظيفة الكبد وغالباً مايسبب فرط تصبغ في الجلد، بعض الحالات تترافق مع داء الصباغ الدموي الشديد تتضمن الداء السكري والتهاب المفاصل واللانظمية القلبية أو الفشل القلبي والتشمع وقصور الدرق والعجز الجنسي وسرطان الكبد. تتضمن المعالجة الفصادة العلاجية أو إعطاء الخالبات مثل الديفروكسامين.

العوز (النقص)

يؤثر عوز الحديد على 15% من إجمالي السكان. أكثر الفئات المعرضة لخطر حدوث فقر الدم بعوز الحديد تتضمن النساء الحوامل والأطفال الصغار واليافعين والنساء في سن الإنجاب، زيادة فقدان الحديد ونقص المدخول الغذائي من الحديد أو نقص تحرر الحديد من الفيرتين قد تؤدي لعوز الحديد. غالباً مايسبق انخفاض مخازن الحديد كلاً من انخفاض الحديد الجوال وفقر الدم، ويُثبَت بانخفاض تعداد الكرايات الحمراء وانخفاض تركيز الهيموغلوبين الوسطي وانخفاض حجم الكريات الحمراء.

التقييم المخبري للحديد

تُقيَّم اضطرابات عوز الحديد مبدئياً بالهيماتوكريت (packed cell volume) والهيموغلوبين وتعداد الكريات الحمر ومشعراتها، والحديد الكلي والسعة الرابطة الإجمالية للحديد TIBCونسبة الإشباع والترانسفرين والفيرتين.

الحديد المصلي

يشير الحديد المصلي بشكل خاص إلى الحديد Fe^{3+} المرتبط بالترانسفرين ولايشير للحديد الجوال على شكل هيموغلوبين حر. يمكن جمع العينة على شكل مصل بدون مانع تخثر أو على شكل بلازما مع الهيبارين. أما الأوكزالات والسيترات والايتيلين داي تترااستيك اسيد EDTA تربط شوارد الحديد وغير مقبولة كمانع تخثر. تُفضَّل العينة الصباحية الباكرة بسبب التنوع اليومي في تراكيز الحديد. العينات المنحلة بشكل واضح يجب رفضها. باستخدام أجهزة مقياس الطيف الضوئي تتم الإجراءات التالية: تحرير Fe^{+3} من البروتينات الرابطة له بعملية acidification التحميض، إرجاعه إلى Fe^{+2} بالأسكوربات أو أي عامل مرجع آخر، وتشكيل معقد مع عامل ملون مثل ferrozine, ferene, or bathophenanthroline.

السعة الكلية الرابطة للحديد Total Iron-Binding Capacity

تشير السعة الكلية الرابطة للحديد إلى كمية الحديد التي يمكن أن ترتبط بالترانسفرين المشبع وغيره من البروتينات الرابطة للحديد الصغرى الأخرى في عينة المصل أو البلازما. نموذجياً، ثلث المواقع الرابطة للحديد على الترانسفرين مشبعة.

تُحدَّد السعة الكلية الرابطة للحديد بإضافة كمية كافية من الحديد Fe^{+3} لإشباع المواقع الرابطة على الترانسفرين مع إزالة الحديد الفائض بإضافة كربونات المغنزيوم MgCO3 لترسيب أي شاردة حديد Fe^{+3} متبقية في المحلول. بعد التثفيل لإزالة الحديد المترسب، يُحلَّل المحلول الطافي الحاوي على الحديد المنحل المرتبط بالبروتينات من أجل السعة الكلية الرابطة للحديد، والتي تتراوح بين 250 إلى 425 مكغ/دل.

نسبة الإشباع

د.شيرين اليوسف

تُدعى أيضاً إشباع الترانسفرين، وهي نسبة حديد المصل إلى السعة الكلية الرابطة للحديد. المجال الطبيعي لها هو تقريباً من 20% إلى 50%، ولكنه يتنوع بحسب العمر والجنس.

الترانسفرين والفيرتين

تتم معايرة الترانسفرين بالطرائق المناعية الكيميائية مثل قياس الكدر nephelometry . يزداد الترانسفرين أو السعة الكلية الرابطة للحديد في عوز الحديد ويتناقص في فرط الحديد وداء ترسب الأصبغة الدموية. الترانسفرين (السعة الكلية الرابطة للحديد) قد تتناقص في الأمراض الالتهابية والخباثات.

يعتبر الترانسفرين من بروتينات الطور الحاد السلبية، فتراكيزه تتناقص في الحالات الالتهابية.

تتم معايرة الفيرتين في المصل بالطرائق المناعية الكيميائية مثل mmunoradiometric assay (IRMA), enzyme- linked immunosorbent assay (ELISA).

يتناقص الفيرتين في فقر الدم بعوز الحديد ويزداد في فرط الحديد وداء ترسب الأصبغة الدموية. يزداد الفيرتين في الحالات الالتهابية والخباثات والتهاب الكبد الفيروسي.