تعيين مستوى التلوث البيئي بعنصر الزئبق جراء العمل

رعد عباس حمزة وعمار مولى وجار الله محسن وطالب محمد محمود

دائرة بحوث المواد، وزارة العلوم والتكنولوجيا

خلاصة

خلال عام 1999 تم إجراء الفحوصات الكيماوية لتحديد نسب الزئبق في عينات من دم وادرار العاملين في مصنعين، المصنع الاول هو مصنع النسيج في الحلة وتم اختيار ثمانية وثلاثين فيه والمصنع الثاني هو مصنع الورق في البصرة وتم اختيار ستة واربعين عاملا فيه وذلك بطريقة الامتصاص الذري غير اللهبي. اظهرت نتائج الدراسة ان تركيز الزئبق في ادرار ثمانية اشخاص من مجموعة ثمانية وثلاثين عاملا في المصنع الاول وثلاثة من مجموع ستة وأربعين عاملا في المصنع الثاني أعلى من الحدود المسمح بها دوليا بينما لم تظهر في عينات الدم المفحوصة مثل هذه التغيرات اذ كانت جميعها ضمن الحدود المسموح بها. و من خلال مقارنة الاعراض المرضية لهؤلاء العاملين اتضح انها قد تشابهت مع ما هو معروف عن الاعراض المرضية الناتجة عن التعرض للزئبق.

كلمات مفتاحية: التلوث بالزئبق، العاملين بالمصانع.

Determination the Contamination Level of Mercury Due to Occupational Work

Raad A. Hamza, Amar Maula, Jarallah Muhsin. and Talib M.Mahmoud

Material Researches Directorate, Ministry of Science and Technology, Baghdad, Iraq

Abstact

An investigation of mercury in blood and urine samples from 84 workers in two factories the first factory was Weaving Factory (which choose 38 worker) and the second factory was Paper Factory (which choose 46 worker) was carried out using non-inflammable atomic absorption technique revealed that the mercury levels were above that of the maximum permissible limit in the urine samples taken from eight out of 38 workers in the first factory and in three out of 46 workers in the second one. The mercury level in the blood samples from both factories within normal range (which is 50 microgram/L Hg in urine and 30 microgram/L Hg in blood). Clinical examinations of workers showed high level of mercury in their urine samples suggested same symptoms of toxicity with these elements.

Keywords: Mercury pollution workers in factories.

مقدمـــــــة

يوجد الزئبق في الطبيعة على شكل خامات كبريتيد الزئبقيك بنسبة 0.1-4% وان اقصى تركيز مسموح به للتعرض من جراء العمل هو 0.05 ملغم/م^3 ولمدة ثمان ساعات عمل يوميا وعمر النصف البايلوجي للزئبق هو 60 يوما [1]. من الاستخدامات المهمه للزئبق المعدني ومركباته غير العضوية دخوله في معاملة خامات الذهب والفضة وفي صناعة المعادن المزوجة مع معادن اخرى لغرض تحضير حشوات الاسنان وكذلك في صناعة الاجهزة والمعدات المختبرية كالمحارير والمصابيح الكهربائية المتوهجة والصمامات الاشعاعية وانابيب اشعة اكس والبطاريات والمقاومات المستخدمة كاداة لتحويل التيار المتردد الى تيار فوري وكذلك يستخدم الزئبق كعامل مساعد في انتاج مادة الكلور وفي اعمال الطلاء الكيمياوي للعديد من المواد وفي تحنيط الحيوانات [2]. لقد استخدم الزئبق في صناعة الادوية لقرون عديدة مضت اذ كان يدخل في العديد من المركبات الصيدلانية كالمدررات ومضادات البكتريا والمعقمات ومراهم الجلد والمسهلات،اما في الوقت الحاضر فقد تم استبدال الزئبق في المركبات الدوائية بعناصر اخرى لذلك اصبحت سمية هذه المواد نادرة الا في حالات الحوادث التي قد تكون مفجعة او مميتة كما حصل هذا في العراق عام 1971 عندما تناول المزارعون وعوائلهم الحنطة المستوردة من كندا والمعفرة بمادة الزئبق المثيلي والتي كانت مخصصة لاغراض الزراعة فقط [3]. ان التسمم بالزئبق نتيجة التلوث البيئي قد اصبح في الوقت الحاضر يشكل اهتماما كبيرا وان تركيز الزئبق في الهواء والتربة والماء قد تزايد بسبب استخدامات هذا العنصر في الزراعة والصناعة.

يعتبر استنشاق بخار الزئبق المعدني من اهم مسالك دخوله الى جسم الكائن الحي وان حوالي 80% من بخاره المستنشق يمتص داخل الجسم من خلال الحويصلات الرئوية وان امتصاصه عن طريق الجهاز الهضمي ليس بذي قيمة صحية لأن هناك اقل من 0.01% يمكن امتصاصها عن هذا الطريق ،وان الزئبق المعدني يتأكسد بسرعة في الدم والانسجة متحولا الى ايون الزئبقيك الذي يلتصق بدوره مع البروتين كما ان من المحتمل امكانية امتصاصه عن طريق الجلد [4].

ان اعراض التسمم بالزئبق في الحالات الحادة تعتمد على شدة التعرض له وتشمل التخرشات الرئوية او ما يسمى بالالتهابات الرئوية الكيمياوية نتيجة التعرض الى ابخرته في الاماكن الرديئة او القليلة التهوية والتي تؤدي الى الوذمة الرئوية الحادة في حالة استمرار التعرض له وكذلك التهابات الجهاز الهضمي الحادة نتيجة دخول املاح الزئبق بشكل ارادي كحالات الانتحار او نتيجة الحوادث والتي تكون متبوعة بقصور اعمال الجهاز البولي نتيجة لتلف النبيبات الملتوية الدانية (Proximal Convoluted Tublues PCT) في الكليتين [5].اما في حالات التعرض للزئبق تحت الحادة فانها تتراوح بين السعال وتخرش القصبات الهوائية الى اعراض الجهاز الهضمي التي تشمل التقيؤ والاسهال والام اللثة وتقرحات جوف الفم وكذلك وجود البروتين في الادرار. في الحالات المزمنة فان الجهاز العصبي هو المستهدف في ظهور الاعراض ابتداءا من التغيرات النفسية او ما تسمى بالتهيج الزئبقي وكذلك رعشة اليدين والتعرق وقلة الشهية وفقدان الوزن.

ان اقصى تركيز مسموح به للزئبق في الادرار هو 50 مايكروغرام/لتر اما في الدم فيجب ان لايتجاوز 30 مايكروغرام/لتر [6].

ان الهدف هذه الدراسة هو دراسة حالة الزئبق في دم وادرار العاملين في مصنعي النسيج في الحلة والورق في البصرة ومعرفة الاعراض المرضية المصابين بها من جراء العمل بالزئبق .

المواد وطرق العمل

1. جمع العينات

تم تقسيم منتسبي المصنعين (مصنع نسيج الحلة ومصنع الورق في البصرة)المراد فحصهم الى عدة مجاميع تضم المجموعة الواحدة ما بين 6-7 اشخاص وخصص يوم واحد في الاسبوع تباعا لكل مجموعة من اجل سحب نماذج الدم بواسطة محاقن طبية ذات استخدام واحد ومعقمة

سعة 5سم^3 واما الادرار فيتم جمعه في حاويات لدائنية نظيفة سعة 250سم^3

2. تحضير العينات للدراسة

تبقى عينات الادرار بدون فصل الا ان عينات الدم يتم فصلها كالاتي

أ. يتم فصل مكونات الدم لمدة عشر دقائق باستخدام الطرد المركزي وبسرعة (4000 rpm)

ب. يؤخذ من الطبقة العليا المنفصلة (مصل الدم) 1 سم^3 لكل عينة ويضاف له 0.5 سم^3 من 10% حامض الخليك ثلاثي الكلور Trichloro acetic (10% acid) مع اضافة قطرة واحدة من حامض النتريك المخفف بنسبة 1:1

3. طريقة التحليل

تم استخدام طريقة الامتصاص الذري غير اللهبي التذرية والمذكورة من قبل [7,8,9,10] في تحديد نسب الزئبق في دم وادرار العاملين، بواسطة جهاز الامتصاص الذري الغير لهبي نوع Shimadzue AA670 ، وان موقع العمل هو دائرة الطاقة الذرية.

النتائج والمناقشة

يتضح من خلال القراءة الاولية للجدولين 1 و 2 الخاصين بمنتسبي المصنعين اللذين تم اجراء القياسات الخاصة بتحديد نسب الزئبق في دمهم وادرارهم واستخدمت في ذلك طريقة الامتصاص الذري غير اللهبي والتي تعتبر من افضل الطرق التحليلية كفاءة [8,10,11] وتبين ان هناك ثمانية حالات من مجموع ثمانية وثلاثين حالة في المصنع الاول وثلاث حالات من مجموع ست واربعين حالة قياست نسب الزئبق في ادرارهم ظهرت بشكل اكبر من الحدود المسموح بها للتعرض دوليا [1] بينما كانت قياسات نسب الزئبق في الدم اقل من الحدود المسموح بها للتعرض دوليا. ومن خلال ملاحظة الاعراض المشكو منها لهذه الحالت غير الطبيعية والتي تشمل النحول العام وفقدان الوزن والصداع وضعف البصر وخدر وتنمل اطراف اصابع اليدين والقدمين فانها تبدو اعراض مثالية لحالات التعرض للزئبق كما ذكره بكر وجماعته [3] نتيجة لتسرب الزئبق وتبخره في اجواء العمل الحارة.

ان استخدام الزئبق المعدني في هذه المصانع كعامل مساعد لانتاج الكلور بطريقة التحليل الكهربائي قد ادى الى تعرض العاملين ايضا الى غاز الكلور وظهرت اعراض هذا التعرض والتي تشمل ضيق التنفس وحرقة البلعوم [12]وكذلك ظهور التعرض للرصاص الذي يتم تداوله في هذين المصنعين مثل تساقط الاسنان وتاكلها والمغص [13].ان استمرار الزئبق المعدني بحالته المعدنية بعد دخوله الجسم هو ما يفسر اختراقه لحاجز الدم الدماغي وظهور الاعراض العصبية للتسمم بالزئبق كالرعشة وعدم السيطرة على الحركات الارادية وتنمل اطراف الاصابع [14,15] .

ان الاعراض التي ذكرت في اعلاه والخاصة بحالة التسمم بالزئبق قد لوحضت ايضا لدى العاملين الاخرين والذين ظهرت قياسات الزئبق في ادرارهم اقل من الحدود المسموح بها ولكنها اقل حدة او وضوحا وهذه الحالة قد تبدو غريبة عند النظر اليها للوهلة الاولى ولكنها منطقية اذا ما نظرنا الى التأثير التراكمي للزئبق والخدمة الفعلية للعاملين في المصنعين ووجودهم في اماكن ليست في اتصال مباشر مع مناطق العمل المباشر مع الزئبق وانما في اماكن قريبة منه وكانو في يوم من الايام على اتصال مباشر الا ان اجراءات الصحة والسلامة المهنية قد تطلبت ابعادهم لفترة معينة لاخذ قسط من الراحة او لأغراض المناوبة كلما استدعت الضرورة ذلك علما بان خطورة الزئبق تتبع من تاثيره التراكمي بمرور الوقت [16] فعند دخول الزئبق المعدني في داخل الدم والانسجة فانه يتأكسد بسرعة الى ايون الزئبقيك والذي يلتصق بدوره مع البروتينات بقوة ونظرا لكون استنشاق الابخرة هو الطريق الرئيسي لدخول الزئبق المعدني الى داخل الجسم اذ ان حوالي 80% من ابخرة الزئبق المستنشقة يتم امتصاصها عن طريق الحويصلات الرئوية [17].

ان مايفسر التفاوت في قراءات نسب الزئبق لدى العاملين هو ما ذكره الباحثان [18]من ان هناك علاقة نسبية

جيدة بين مستوى التعرض للزئبق وبين مستوى تركيزه في الدم والادرار ضمن مجموعة العمل الواحد [19] .

وازاء ما ذكر في اعلاه يتضح لنا اهمية المحافظة على سلامة العاملين من خلال الالتزام بضوابط وشروط السلامة المهنية للعمل مثل صيانة اجهزة ومعدات العمل لمنع التسرب الحاصل فيها وتوفير اجهزة السحب والتهوية المناسبة .

هناك اربعة انواع للتعرض للزئبق هي : تعرض واطئ ، متوسط ، عالي وشديد اختلفت فيها الاعراض التي تصيب العاملين في مصنعي نسيج الحلة والورق في البصرة ويوضح ذلك الجدولين 3 و 4

كما تم رسم العلاقة بين تركيز الزئبق في الادرار وسنوات الخدمة للعاملين في المصنعين المذكورين اعلاه ، وجد بان تركيز الزئبق في الادرار يزداد تراكميا مع زيادة سنوات الخدمة وهذا وضحه الشكلين 1 و 2

جدول (1):-نتائج تحليل عنصر الزئبق في نماذج الدم والدرار لمنتسبي المصنع الاول (نسيج الحلة) مع بعض الاعراض المهمه التي يشكو منها العاملون.

رقم الحالة	الخدمه الفعلية (سنة)	تركيز الزئبق		الاعراض
		الادرار مايكروغرام/لتر	دم مايكروغرام/لتر	
0**	0	0.5	0.9	لا توجد
1	22	*79.5	3.1	ضعف البصر
2	3	12.5	1.4	صداع انخفاض الضغط
3	30	*95	4	خدر اطراف اليدين والقدمين ،صداع ضيق تنفس واوجاع الجهاز البولي
4	22	7	1.1	ضيق التنفس ،تساقط الاسنان و حرقة اثناء التبول
5	25	11	1.8	تبول دموي ،عجز في عمل الكليتين ،تساقط الاسنان ،ضيق التنفس ،خدر اطراف اصابع اليدين والقدمين والنسيان
6	27	39.5	2.4	صداع ،ضيق التنفس ،ضعف البصر واوجاع المفاصل
7	5	*80.5	3.3	نحول عام وفقدان الشهية
8	30	32.5	2	الشعور بالتعب
9	30	20	1.5	ضعف البصر ،تساقط الاسنان ،حرقة اثناء التبول ،الام الظهر ومفاصل اليدين والقدمين
10	25	*195	4.3	صداع ،غشاوة العينين ، الام الظهر ومفاصل اليدين والقدمين ،الام الصدر ،تاكل الاسنان وتاكلها وحرقة اثناء التبول

* تراكيز الزئبق اعلى من الحدود المسموح بها دوليا

** مجموعة السيطرة

رقم الحالة	الخدمة الفعلية (سنة)	تركيز الزئبق		الاعراض
		الادرار مايكروغرام/لتر	دم مايكروغرام/لتر	
11	30	*79	2.9	صداع ،تساقط الاسنان ،اوجاع المعدة وضيق التنفس
12	8	*171.5	3.7	اوجاع الصدر والكليتين وتغير لون البول للداكن وتسوس السنان
13	4	*207.5	4.5	الشعور بالتعب ،تسوس السنان ،حرقة التبول ،اوجاع المعدة وحموضتها وداء الصدفية
14	7	45	3.1	ضعف الاسنان اوجاع الصدر والرأس
15	28	23	1.7	قرحة المعدة ،الام الكليتين ،الام النفاصل والصدر ،الصداع ،خدر اصابع اليدين والفدمين ،تساقط الاسنان ووجود الخط الرمادي في اعلى اللثة
16	26	44.5	3.1	رخاوة الاسنان وتساقطها ،الصداع ،الام الظهر والمفاصل
17	27	*124.5	3.3	تساقط الاسنان
18	18	19.5	1.1	صداع ، ضيق التنفس وتساقط الاسنان
19	21	*158.5	3.1	ضيق التنفس واوجاع المعدة
20	7	12	1.2	صداع ونحول عام
21	4	18	1.4	صداع ونحول عام وتسوس الاسنان
22	10	41	2.8	نحول عام واوجاع الصدر
23	1.5	4	1	لا يشكو

* تراكيز الزئبق اعلى من الحدود المسموح بها دوليا

رقم الحالة	الخدمة الفعلية (سنة)	تركيز الزئبق		الاعراض
		الادرار مايكروغرام/لتر	**دم مايكروغرام/لتر**	
24	7	2	0.9	ضيق التنفس ، اوجاع الصدر وحموضة النعدة
25	10	3	1.1	ربو قصبي

26	10	2	0.9	لا يشكو
27	2	4	1.2	تشنجات في عضلات الصدر واوجاع المفاصل
28	3	3	1.1	ضيق التنفس
29	2	9	1.5	لا يشكو
30	5	20	2.3	اوجاع الصدر ، صداع ،حرقة العينين وغشاوة البصر
31	8	10	1.6	لا يشكو(بعيدا عن موقع العمل)
32	28	30.5	2.6	اوجاع المفاصل ، اوجاع الصدر وتساقط الاسنان
33	25	26.3	2.1	تساقط الاسنان واوجاع المفاصل
34	5 اشهر	0.5	0.9	لا يشكو
35	27	40.5	3	تساقط الاسنان ، صداع ،اوجاع المفاصل ، خدر في اطراف الاصابع ، ضيق التنفس وحرقة البلعوم
36	2	3	1	الام المفاصل
37	25	23	2	صداع ولديه ثلاثة اسنان متساقطة
38	27	18.5	1.8	صداع ، التهاب المفاصل وضيق التنفس

جدول (2). نتائج تحليل عنصر الزئبق في نماذج الدم والادرار لمنتسبي المصنع الثاني (الورق في البصرة) مع بعض الاعراض المهمه التي يشكو منها العاملون

رقم الحالة	الخدمة الفعلية (سنة)	تركيز الزئبق		الاعراض
		الادرار مايكروغرام/لتر	الدم مايكروغرام/لتر	
0**	0	0.5	0.8	لاتوجد اعراض
1	2	3.8	1.2	صداع
2	3	13.8	2.2	ضيق تنفس ، تسوس السنان ونسافطها والشعور بالتعب
3	1	30.9	2.7	صداع وضيق تنفس
4	26	7	1	شعور بالتعب واوجاع الظهر وخدر الاصابع
5	6	0.8	1.1	ضيق تنفس ، التهاب اللثة واوجاع المفاصل
6	8	22	2.4	صداع وضيق التنفس
7	20	3	1	تساقط الاسنان صداع مستمر ، الام الظهر وخدر اطراف الاصابع
8	1	18	2	لا يشكو
9	25	*132	3.4	صداع
10	1.5	4.6	1.1	صداع وحساسية الجلد

11	1.5	6	1.2	لا يشكو
12	8	0.8	0.9	تساقط الاسنان والام اصابع اليدين ، ضيق التنفس وحرقة المعدة
13	3	3.4	1.2	صداع وضيق التنفس
14	7	10	1.3	ضيق واوجاع التنفس ، قرحة المعدة ، خدر اطراف الاصابع واوجاع المفاصل
15	1	6	1.1	ضيق التنفس والام المفاصل

* تراكيز الزئبق اعلى من الحدود المسموح بها دوليا

** مجموعة السيطرة

رقم الحالة	الخدمة الفعلية (سنة)	تركيز الزئبق		الاعراض
		الادرار مايكروغرام/لتر	دم مايكروغرام/لتر	
16	10 اشهر	6.8	1	حرقة البلعوم
17	1	15	1.3	الام المفاصل وتغير لون الادرار
18	3	5	1	ضيق تنفس و الشعور بالتعب والصداع
19	2	2.3	1.2	حساسية موسمية
20	18	35.8	2.4	الام النفاصل والشعور بالتعب ، خدر اطراف الاصابع وتساقط الاسنان
21	22	10.4	1.6	تساقط الاسنان
22	2	*89.5	3.4	صداع ونحول مع الام المعدة
23	2	11.94	1.2	التهاب اللثة والام الظهر
24	2	11.94	1.1	اوجاع المفاصل والشعور بالتعب
25	2	20.8	1.4	الشعور بالتعب ، حرقة المعدة والام المفاصل
26	2	2.6	1.3	حرقة المعدة والام المفاصل
27	21	11.1	1.3	ضعف السمع والبصر وتساقط الاسنان
28	2	44.4	2.4	اوجاع الكلة والمفاصل
29	20	*88.8	3.2	تقيح شعبي وتساقط الاسنان
30	1	31.5	2.3	الشعوربالتعب واوجاع المفاصل

* تراكيز الزئبق اعلى من الحدود المسموح بها دوليا

رقم الحالة	الخدمة الفعلية(سنة)	تركيز الزئبق		الاعراض
		الادرار مايكرغرام/لتر	الدم مايكروغرام/لتر	
31	1	14.58	1.2	صداع متقطع

32	3	0.2	0.9	لايشكو
33	13	19.8	1.3	لايشكو
34	10	33.3	2.4	خدر اطراف الاصابع وانزلاق بسيط بالعمود الفقري
35	2	*59.25	1.2	اوجاع مفاصل الكتف والركبتين واوجاع الظهر وحموضة المعدة
36	15	12.8	1.1	حساسية الانف وحرقة التبول
37	25	12.8	1.1	صداع ، تساقط الاسنان والتهاب المفاصل
38	18	12.8	1.2	صداع واوجاع المفاصل وحرقة التبول وتساقط الاسنان
39	27	9.2	1	حساسية الجلد واوجاع المفاصل والام الكليتين
40	10	0.25	0.9	الشعور بالتعب وضيق بالتنفس
41	8	6.25	1	لا يشكو
42	3	12.5	1.2	الشعور بالتعب ، صداع وحموضة المعدة
43	10	13	1.3	قرحة الاثني عشر
44	22	23.6	1.5	الام المفاصل
45	1	6.5	1	اوجاع الظهر وصداع
46	1.5	5.2	0.9	ضيق التنفس والام الظهر

* تراكيز الزئبق اعلى من الحدود المسموح بها دوليا

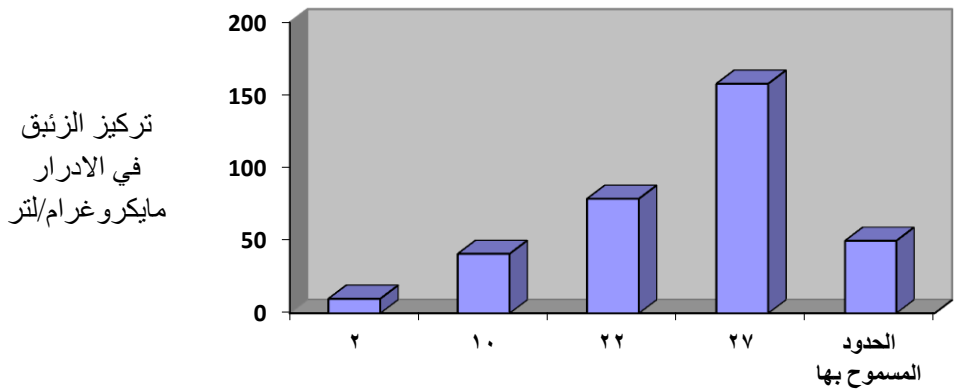
الجدول (3):تصنيف الاعراض حسب مقدار التعرض للزئبق في معمل نسيج الحلة.

نوع التعرض	مدى تركيز الزئبق في الادرار مايكروغرام/لتر	الاعراض
واطئ	20-2	صداع- انخفاض في الضغط – حرقة اثناء التبول – ضيق التنفس
متوسط	45-23	اوجاع الصدر- ضعف الاسنان- نحول عام- حرقة البلعوم
عالي	95-79	خدر اطراف اليدين والقدمين- اوجاع الجهاز البولي- ضيق تنفس- صداع
شديد	207-124	داء الصدفية- تساقط الاسنان- غشاوة

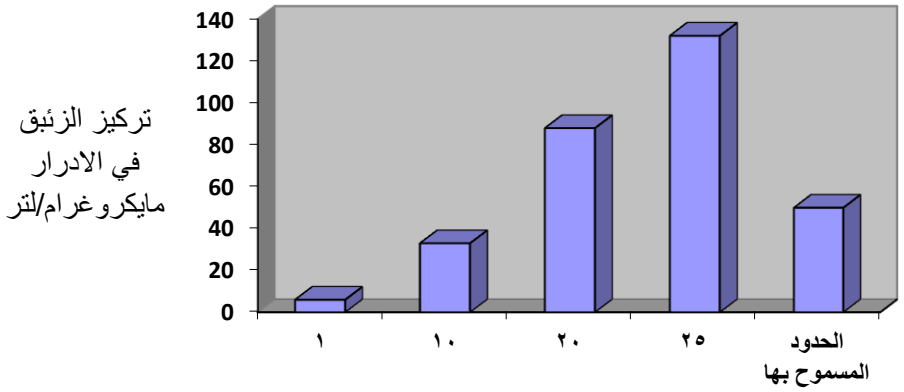
		في العينين- الام الظهر والصدر والمفاصل

جدول(4):تصنيف الاعراض حسب مقدار التعرض للزئبق في معمل الورق في البصرة

نوع التعرض	مدى تركيز الزئبق في الادرار مايكروغرام/لتر	الاعراض
واطئ	23-0.2	شعور بالتعب- اوجاع الظهر والمفاصل- حساسية الجلد
متوسط	45-30	ضيق تنفس- اوجاع الكلى والمفاصل- تساقط الاسنان
عالي	89-59	الام المعدة- صداع ونحول- اوجاع مفاصل الكتف والركبتين
شديد	132-95	صداع- التهاب اللثة- الشعور بالتعب- انخفاض في الضغط



شكل(1): العلاقة بين تراكيز الزئبق في ادرار العاملين في مصنع نسيج الحلة مع عدد سنوات الخدمة



شكل(2): العلاقة بين تراكيز الزئبق في ادرار العاملين في مصنع الورق في البصرة مع عدد سنوات الخدمة

المراجع

1. Nixon DE, Mussmann GV, and Moyer TP.(1996). Inorganic, organic, and total mercury in blood and urine: cold vapor analysis with automated flow injection sample delivery. J Anal Toxicol;20:17-22.
2. Sitting , M. (1985). Mercury . In : Handbook of toxic and hazardous chemical and carcinogens , 2nd ed., Noyes Publication , Park Ridge , New Jersay U.S.: 567-572 .
3. Bkir,F ;Damluji ,S.F ; Amin-Zaki (1973) ,Methyl mercury poisoning in Iraq . An interuniversity report.science.181:230-241
4. Tiezheng G, Baasner, J.(1993). On-line microwave sample pretreatment for the determination of mercury in blood by flow injection cold vapor atomic absorption spectrometry. Talanta; 40(12):1927-36.
5. Case studies in environmental medicine: Atlanta (GA): Dept. of Health and Human Services (US), Agency mercury toxicity;(1992).
6. Chang,L.W.(1973) .Neurotoxic effect of Mercury.areview of Environ Res., 14:329-373
7. Ngim,C.H.;Foo,S.C. and Phoon,W.O.(1988); Spectrophotometric Micro-determination of total Mercury in undigested biological Samples .J.Anzl.Toxicol. 12(3):132-135
8. Peter, F. and Strurc,G.(1984).;Semi-automatec analysis for mercury in whole blood ,urine and hair stream generation of cold vapour ,clin.chem.Jun.30(6): 893-895
9. Hon,P.K.;Lau,O.W. and Wong, M.C.(1983).Novel static cold vapour atomic absorption method of the determination of mercury.Analyst, (1282): 64-70
10. Bourcier,D.R;Sharma,R.P; Brown,D.B(1982) ;Stationary cold-vapour method for atomic absorption measurement of mercury in blood and urine used for exposure screening.Am.Ind.Hyg and Assoc.J 43(5):329-332

11. Lajunen,L.H.J.;Kinnunen,A. and Yrjanheikki,E.(1985). Determination of mercury in blood and fish samples by cold vapour atomic absorption and direct current plasma emission spectrometry . At.Spect-rosc.6(2):49-52
12. Mercury-Element of the ancient .(2012). Center for Environmental Health Sciences .Dartmouth college .Retrieved 04-09.
13. Eisler.R.(2006).Mercury hazards to living organism.CRC Press.ISBN 978-0-8493-9212-2 .
14. Naional Research Council (U.S)-Board on Environmental Studies and Toxicology (2000).Toxicological effects of methylmercury .National Academies Press.ISBN 978-0-309-07140-6 .
15. Magos,L. (1984).Mercury blood interaction and mercury uptake by the brain after vapour exposure.Environ.Res. 1:323-37
16. Discher, C.A .and Medwick ,T . (1995) .Inorganic pharmaceutical chemistry . In : The Science and Pratice of Pharmacy , Vol .1,19th (ed., by Remington) , Mack Publishing Company , Easton Pennsylvania , U.S.A. : 315-339 .
17. Lindstedt,G.;Gottberg,I.Holmgren,B.(1979);Individual mercury exposure of chloralkali workers and health(Helsinki), 5(1) :59-69 .
18. Singh, H. and Gupta,V.P.(1975).Effect of exposure to mercury in caustic soda plants in Maharashtra. Indian J. Ind.Med.(Calcutta). 21(2): 49-64 10 .
19. Temple, M.D. , and Manoguerra , A . S . (1995) . Poision Control . In : The Science and Practice of Pharmacy , Vol . 2 , 19th (ed ., by Remington), Mack Publishing Company , Easton Pennsylvania , U . S . A .: 1889 – 1890