

4. חשיפה תעסוקתית למתכות מסוימות – קדמיום, כרום, ניקל, קובלט, בריליום, מתק"ש

בתחילת שנות ה-80 פירסם משרד העבודה והרווחה מספר תקנות בנושאי גיהות תעסוקתית ובריאות העובדים במתכות הבאות: עופרת - 1983 (ק"ת 4556); כספית - 1985 (ק"ת 4746); ארסן - 1985 (ק"ת 4746). בתחילת מרץ 1993 פורסמו תקנות נוספות (ק"ת 5504) לגבי המתכות הבאות: קדמיום, כרום, ניקל, קובלט, בריליום ומתק"ש, תחת השם "תקנות הבטיחות בעבודה (גיהות תעסוקתית ובריאות העובדים במתכות מסוימות), התשנ"ג-1993", אשר נכנסו לתוקף בתחילת אפריל 1993. בינתיים פורסמו מספר תיקונים נוספים. שהאחרונים שבהם פורסמו ב-24.4.2002 וב-2007.

התקנות מגדירות "מתכת" ו"מתכות קשות" כדלקמן:

"מתכת" - מתכת מן המתכות המפורטות בתוספת הראשונה לתקנות, ובכלל זה מתק"ש, לרבות תרכובתיה האורגניות והאנאורגניות וכן מסגים ותערובות המכילות את אותה מתכת או את תרכובתיה בכל צורה שהיא;

"מתכות קשות" (להלן - מתק"ש) - תערובת מוקשית של קרבידים, לרבות של טונגסטן, טיטניום, טנטלום, וונדיום ושל מתכות אחרות, לרבות ניקל וקובלט."

להלן - טבלה של המתכות המסוימות ותרכובותיהן, הנוסחאות הכימיות ותקני החשיפה שלהן (AL + TWA) במ"ג/מ"ק אוויר (מעודכנת ל-2007). טבלה נוספת מפרטת את תכונותיהן השונות של המתכות.

המתכות השונות ותכונותיהן

רשימת המתכות שבהן נדון בפרק זה, לרבות תרכובותיהן העיקריות, צבען, מצב הצבירה שלהן, משקלן הסגולי ונקודות ההתכה והרתיחה שלהן.

נקודת הרתיחה ב- $^{\circ}\text{C}$	נקודת ההתכה ב- $^{\circ}\text{C}$	המשקל הסגולי	הסימול, גוון המתכת ומצבי הצבירה שלה	המתכת ותרכובותיה העיקריות
767°	321°	8.65	Cd בגוון כסף-כחלחל עשן צהוב-אדמדם	קדמיום - Cadmium (1) מתכת (רכה) (2) תרכובות אנאורגניות (3) קדמיום אוקסיד
2482°	1890°	7.20	Cr בגוון כסף-לבן	כרום - Chromium מתכת
2730°	1455°	8.9	Ni בגוון כסף-לבן	ניקל - Nickel (1) מתכת (קשה) (2) תרכובות בלתי מסיסות (3) תרכובות אנאורגניות מסיסות (4) ניקל - קרבוניל
45°	-19.3°	1.32	נוזל נדיף (התפרקות גזית)	
2900° (מתפרק) 52°	1459° 51°	8.9 1.87	Co בגוון כסף-אפור	קובלט - Cobalt (1) מתכת (קשה מאד) (2) קובלט טטראקרבוניל
2970°	1278°	1.85	Be בגוון כסף-אפור	בריליום - Beryllium מתכת (קשה)

העבודות שיש בהן חשיפה תעסוקתית למתכות המסוימות

סוגי העבודות ותהליכי העבודה האופייניים שיש בהם חשיפה תעסוקתית למתכות המסוימות שאליהן מתייחסות התקנות:

קדמיום – (Cd) Cadmium

1. ציפוי אלקטרוליטי של מתכות (למניעת חלודה);
2. הלחמת סגסוגות עם נחושת, כסף ובדיל להגדלת הקשיות;
3. ייצור ושימוש בפיגמנטים מינרליים לצבעים, לזכוכית ולאמייל;
4. ייצור מצברים של ניקל-קדמיום;
5. ייצור תאים פוטו-אלקטריים;
6. ייצור נגדים חשמליים;
7. ייצור נורות על בסיס של אדי קדמיום;
8. ייצור ושימוש במייצבים לחומרים פלסטיים (קומפאונד);
9. התכת ויציקת קדמיום.

כרום – (Cr) Chromium

1. ציפוי אלקטרוליטי של מתכות עם כרום;
2. הכנת סגסוגות אל-ברזליות (עם ניקל, נחושת וכד'), לצורך ייצור מטבעות, כלי עבודה, וכיו"ב;
3. ייצור פלדת אל-חלד (עם ברזל, ניקל ומוליבדן) וכן ריתוכה וחיתוכה בגזים, באופן חשמלי או אוטוגני;
4. ייצור ושימוש בפיגמנטים מינרליים לצבעים (כגון: צינק-כרומט), לרהיטים (לצורך ליטוש);
5. עיבוד עורות ושלחים, וייצור מוצרי עור;
6. ייצור מלט ושימוש בו בעבודות בנייה;
7. עבודות דפוס, גרפיקה ופיתוח סרטי צילום;
8. שימוש כחומר נגד חלודה ברדיאטורים.

ניקל – (Ni) Nickel

1. ייצור פלדת אל-חלד (הניקל משפר את התכונות המכניות ומגביר את העמידות בפני קורוזיה וחום), וכן ריתוכה וחיתוכה בגזים, באופן חשמלי או אוטוגני.
2. הכנת סגסוגות אל-ברזליות (עם נחושת, כרום, אלומיניום, מוליבדן, וכד'), לצורך ייצור מטבעות, כלי עבודה, כלי מטבח וכיו"ב;
3. ציפוי אלקטרוליטי של מתכות;

4. שימוש כקטליזטור בכימייה אורגנית (כגון: להוספת מימן לשמנים ולשומן; להוצאת הגופרית ממוצרי נפט; לפולימריזציה של פחמימנים וכיו"ב);
5. ייצור מצברים אלקליניים של ניקל-קדמיום;
6. ייצור ושימוש בפריגמנטים מינרליים לזכוכית, לאמייל ולקרמיקה;
7. שימוש בניקל קרבוניל - לצורך זיקוק והפרדת מתכת הניקל ממתכות אחרות.

בהקשר לכרום ולניקל שהוזכרו - הוציא מפקח העבודה הראשי הודעה לציבור (ביום 30.9.2002) בזו הלשון:

הודעה לציבור

תרכובות בלתי מסיסות ומסילות של כרום שש ערכי ותרכובות בלתי מסיסות של ניקל הוכרו כמסרטנות לאדם ע"י הסוכנות הבינלאומית לחקר הסרטן (IARC) וע"י איגוד הגיהותנים התעשייתיים הממשלתיים בארה"ב (ACGIH), שתקניהן אומצו באופן חוקי ע"י משרד העבודה והרווחה (כיום - התמ"ת). חומרים אלה רשומים ברשימה א' (גורמים המוכרים כמסרטנים לבני אדם) של הוועדה הבינמשרדית לחומרים מסרטנים, מוטגניים וטרטוגניים בישראל.

עדויות מצטברות של היווצרות תרכובות מסיסות ובלתי מסיסות של כרום ושל היווצרות תרכובות בלתי מסיסות של ניקל בעת ריתוך חשמלי באלקטרודה (עם או בלי גז מגן) של פלדות כרום וניקל, הביאו את ועדת הגיהות של משרד העבודה והרווחה להמליץ בפני מפקח העבודה הראשי להורות שריכוזים של כלל נדפי כרום וניקל באוויר, שנמדדו בניטור סביבתי בעבודות ריתוך חשמלי באלקטרודה, יושוו לרמות מרביות מותרות לחשיפה כלהלן:

- א. ריכוז כלל נדפי הכרום ישווה לרמה המרבית שנקבעה לכרום שש ערכי בלתי מסיס - 0.01 מ"ג/מ"ק.
- ב. ריכוז כלל נדפי הניקל ישווה לרמה המרבית שנקבעה לתרכובות בלתי מסיסות של ניקל - 0.2 מ"ג/מ"ק.

המלצה זו ניתנה מתוך גישת זהירות מונעת והגנה של העובד. מפקח עבודה ראשי קיבל את ההמלצה וזו הפכה למחייבת.

אינג' פטר מגנוס
מפקח עבודה ראשי

קובלט – (Co) Cobalt

1. ייצור כלי עבודה, לרבות מסורים, כרסומות ומקדחות, ממתכת קשה (מתק"ש - "וידיה"), שבהרכב שלה נמצא קובלט (לצד קרבידים של טונגסטן, ונאדיום, טיטניום וטנטלום);
2. ליטוש יהלומים על דיסקות ליטוש שבהרכבן נמצא קובלט;
3. ייצור מלט ושימוש בו בעבודות בנייה.

בריליום – Beryllium (Be)

1. הכנת סגסוגות ושימוש בסגסוגות המכילות בריליום בתעשיית המטוסים והחלל, מכשירים מדוייקים ומחשבים, לרבות עיבוד שבבי; סגסוגת של 2%-3% של בריליום עם נחושת מקנה לה תכונות מיוחדות, כגון: קשיות, עמידות בפני קורוזיה ובפני חלודה, היעדר התפרקות של ניצוצות, מוליכות חשמלית מצוינת;
2. ייצור שפופרות של קרני X, שפופרות פלואורסצנטיות, אלקטרודות ואקום וקטודות חימום;
3. עבודה בכור גרעיני - בסגסוגת של מתכת המשמשת בריאקציות של ביקוע גרעיני;
4. ייצור שיניים תותבות, גשרים וכתרים לשיניים, בעבודת טכנאות שיניים, בזמן ביצוע התכה ויציקת הסגסוגת, המכילה בריליום (כ-2%-3%), בנוסף למתכות האחרות (כגון: כרום וניקל).

מאחר שהבריליום הוא גורם מסרטן לבני אדם, שיש לו תחליף בעבודות טכנאות השיניים - הוחלט לפרסם תיקון לתקנות, הקובע (בתקנה 16 החדשה) כדלקמן: **“לא ישתמש אדם בבריליום או בסגסוגת המכילה בריליום בעבודות טכנאות שיניים”**.

אך עד שפורסמה התקנה שבנדון, יצא מפקח העבודה הראשי דאז, אינג' פיטר מגנוס, בהודעה לציבור, (ביום 25 יולי 2001) בזו הלשון:

איסור השימוש בבריליום בטכנאות שיניים

משרדנו, בשיתוף עם משרד הבריאות, החליט לאסור את השימוש של המתכת בריליום, המופיעה ברשימת החומרים המסרטנים, שעלולה גם לגרום למחלת ריאות (בריליוזיס) בקרב העובדים במעבדות לטכנאות שיניים. משרד העבודה והרווחה מכין תקנות בנדון. מאחר ותהליך פרסום התקנות עלול להמשך מספר חודשים - אנו ממליצים להפסיק מיד את השימוש בחומר הנ"ל במעבדות לטכנאות שיניים, כי בעבודות אלה קיים תחליף סביר לחומר. לגבי שימושים אחרים של בריליום, כגון: ייצור מכשירים תעופתיים - אין עדיין תחליפים סבירים. העובדים בתעשייה זו נמצאים במעקב רפואי, בהתאם לתקנות משרד העבודה והרווחה (כיום - התמ"ת).

אינג' פטר מגנוס
מפקח עבודה ראשי

כמו כן, המעבדה הארצית לגיהות תעסוקתית של אגף הפיקוח על העבודה, במשרד התמ"ת, פירסמה (20.2.2005) דף מידע בקשר לנושא זה:

בריליום – איסור השימוש בבריליום בטכנאות שיניים*

המתכת בריליום מצויה בסגסוגות של מתכות אשר שימשו את טכנאי השיניים בייצור פרוטזות, גשרים וכתרים. בזמן הייצור עוברת הסגסוגת התכה לשם יציקה לתבניות, ולאחר היציקה עיבוד במקדחים שונים - כך שהיתה קיימת חשיפה לנדפים ולאבק של המתכת.

לפני שנים אחדות התקבלו בארץ דיווחים על 3 מקרים של טכנאים/יות שחלו במחלת ה"בריליוזיס". משנודע על כך - נאסר בתקנות השימוש בבריליום לטכנאות שיניים. לאור הסיכון הבריאותי הרב הוכנסו לשימוש תחליפים פחות רעילים. קיימים נתכים שאינם מכילים בריליום.

חשוב לזכור כי במעבדות שיניים קיימים גורמי סיכון רבים נוספים, כגון: שרפים אקריליים, גלוטראלדהיד, כספית, ניקל, כרום, צורן דו-חמצני גבישי ועוד. גם החשיפה לגורמים אלה מסוכנת לעובדים, ולפיכך יש להקפיד על שימוש במערכות יניקה מקומיות המרחיקות את הנדפים והאבק מהעובדים, שימוש בציוד מגן אישי והקפדה על כללי הגיהות הנאותים.

סיכונים בריאותיים מבריליום

החשיפה לבריליום ותרבות בריליום היא בעיקרה חשיפה נשימתית. חשיפה נשימתית לאבק או לנדפים של מתכת הבריליום ותרבותיו עלולה לגרום לסרטן הריאות.

מחלה נפוצה יותר כתוצאה מחשיפה לבריליום היא מחלה נשימתית הפוגעת בריאות, הקרויה כיום "בריליוזיס" (Chronic Beryllium Disease - CBD). המחלה עלולה להתפתח גם שנים לאחר הפסקת החשיפה לבריליום. הסימנים המוקדמים להתפתחות המחלה כוללים: שיעול, קוצר נשימה, עייפות, ירידה במשקל, אובדן התיאבון, חום והזעה לילית. מכיוון שהמחלה מתפתחת לעיתים באיטיות רבה לאורך שנים - ייתכנו מצבים שהעובד יהיה חולה אך לא יהיה מודע לכך. קיימת גם תגובה אקוטית לבריליום, הנגרמת כתוצאה מחשיפה תאונתית (לרמות גבוהות מאוד) בעיקר של תרכובות מסיסות של בריליום. התופעות דומות לדלקת ריאות או ברונכיטיס ומופיעות מספר שעות עד יומיים לאחר החשיפה. תופעה זו נדירה בימינו.

מגע עורי של אבק בריליום עלול לגרום להתפתחות של מחלת עור שהתופעות שלה הן פריחה, הופעת יבלות על העור ופגיעה בכושר ההחלמה של פצעים.

* בארץ עובדים כיום (2006) כ-3000 טכנאי שיניים. 7 מהם חלו בוודאות בבריליוזיס

מתכות קשות (מתק"ש) – Hard-Metals

ידועות גם בשם המסחרי "וידייה", וכוללות בעיקר את המתכות הבאות: טונגסטן, טיטניום, טנטלום וונאדיום - בצורת תערובת מוקשית של קרבידים + מתכות אחרות כגון: ניקל וקובלט.

1. ייצור של מתק"ש ושל כלי עבודה ממתק"ש, לרבות עבודות טחינה, שקילה, ערבול וכבישה של מתק"ש;

2. עיבוד, הרכבה, ניסור, השחזה וכיו"ב של מוצרי מתק"ש.

המתכות המסוימות – תקני חשיפתן התעסוקתית

תקני חשיפה במיליגרם למטר מעוקב אוויר + סיווג כגורם מסרטן לפי ACGIH ב-2007.

גורם מסרטן עפ"י ACGIH	תקני חשיפה במ"ג/מ"ק אוויר		הנוסחה	שם המתכת המסוימת ותרכובותיה	
	רמת הפעולה AL	חשיפה משוקללת מירבית מותרת TLV-TWA			
A2	0.005	0.010	Cd	קדמיום - Cadmium מתכת+תרכובות (אבק כללי מרחף) (כקדמיום)	
A4	0.250	0.500	Cr	כרום - Chromium תרכובות אנאורגניות של כרום (ככרום): (1) מתכת+תרכובות של כרום III (2) תרכובות של כרום VI מסיסות במים (3) תרכובות של כרום VI בלתי מסיסות (א) צינק כרומאטים (ככרום) (ב) כרומאט העופרת (ככרום) (ג) סטרוניציום כרומאט (ככרום) (ד) קלציום כרומאט (ככרום)	
A1	0.025	0.050			
A1	0.005	0.010			
A1	0.005	0.010			ZnCrO ₄
A2	0.006	0.012			PbCrO ₄
A2	0.00025	0.00050			SrCrO ₄
A2	0.0005	0.0010			CaCrO ₄
A5	0.750	1.500			Ni
A4	0.050	0.100	Ni(CO) ₄		
A1	0.100	0.200			
-	0.060	0.120			
A3	0.010	0.020	Co	קובלט - Cobalt (1) מתכת+תרכובות אנאורגניות של קובלט (כקובלט) (2) קובלט קרבוניל + קובלט הידרוקרבוניל (כקובלט)	
-	0.050	0.100			
A1	0.0001	0.0002	Be	בריליום - Beryllium* מתכת+תרכובות של בריליום (כבריליום)	
A4	0.050	0.100		מתק"ש - Hard Metals (1) ניקל (2) קובלט (3) טונגסטן (א) מתכת+תרכובות בלתי מסיסות (כטונגסטן) (ב) תרכובות מסיסות (כטונגסטן)	
A3	0.010	0.020			
-	2.500	5.000			
-	0.500	1.000			
-					

* בספר של ה-ACGIH לשנת 2007 הוצע תקן של בריליום כדלקמן:
TWA - 0.00005 מ"ג/מ"ק
STEL - 0.0002 מ"ג/מ"ק

הנזק הבריאותי הנובע מחשיפה תעסוקתית לכל אחת מהמתכות

קדמיום – Cd

רוב הקדמיום חוזר לגוף דרך הריאות ובחלקו הקטן באמצעות דרכי העיכול (כ-5%).

כ-60% מנדפי הקדמיום הנשאפים מתרכזים בדרכי הנשימה התחתונות כקדמיום אוקסיד הנספג בגוף. הספיגה לגוף קטנה יותר כשמדובר בתרכובות של קדמיום בעלות מסיסות נמוכה, כגון קדמיום סולפיד.

הריכוזים של קדמיום אשר נמדדים באוויר במקום העבודה אינם משקפים בהכרח את כמות הקדמיום שנספגה בגוף.

הקדמיום נשאר בגוף כשהוא קשור בעיקר **למטאלו-תיואיאין**, שהוא חלבון בעל משקל מולקולרי נמוך, הקושר מתכת. **הקדמיום מצטבר בעיקר בכבד ובכליות.**

הקדמיום מופרש מהגוף בעיקר דרך השתן ובמידה קטנה יותר גם דרך המרה, המעיים הרוק, השיער והציפורניים.

במקרה שהכליות לא נפגעו - רמת הקדמיום בשתן משקפת את הרמה העשווית של ריכוז הקדמיום בגוף. לעומת זאת, **בדיקת רמת ריכוז הקדמיום בדם משקפת את ריכוז הקדמיום בגוף במשך החודשים המעטים שקדמו לבדיקת הדם.**

ה-**BEI** של הקדמיום המקובל בישראל הוא:

■ **בשתן:** $5\mu\text{g}/\text{G Creatinine}$;

■ **בדם:** $5\mu\text{g}/\text{L}$.

התופעות הקליניות של חשיפה לקדמיום הן:

1. **תופעות חדות** (לאחר חשיפה קצרה לרמות גבוהות של קדמיום):

- הפרעות בדרכי העיכול (בעיקר לאחר בליעת קדמיום);

- אסתמה מושרית כימיקלים (לאחר שאיפת נדפים של קדמיום אוקסיד).

2. **תופעות כרוניות** (לאחר חשיפה ארוכה לרמות בינוניות של קדמיום):

- פגיעה בכליות וליקוי בתיפקודן

הפגיעה היא בעיקר בטובולי הפרוקסימאלי, הגורמת לפרוטאינוריה מוגברת (פרוטאינים בעלי משקל מולקולרי נמוך); לעתים הפגיעה מתבטאת גם באי-תיפקוד גלומרולרי, הגורם להפרשה מוגברת של פרוטאינים בעל משקל מולקולרי גבוה.

בנוסף לפרוטאינוריה יכולה להתווסף גם: גליקוזוריה; אמינואצידוריה; ירידה ביכולת ריכוז השתן על ידי הכליות; עלייה בהפרשת הסידן והזרחן מהכליות; עלייה ברמת הקריאטינין של הפלסמה. יש לציין שהעלייה בהפרשת הסידן מהכלייה (קלציאוריה) יכולה להוביל ליצירת אבני כליות; הפגיעה בכליות יכולה להוביל לאי ספיקת הכליות.

- פגיעות שונות בריאות (לאחר חשיפה ממושכת לאבק קדמיום ולנדפים של קדמיום אוקסיד): אמפיזמה; מחלת ריאות חסימתית; פיברוזיס ריאתית אינטרסטיציאלית.

- פגיעות בעצמות (תופעות מאוחרות לאחר הרעלה כרונית קשה): אוסטיאומלציה; אוסטיאופורוזיס; שברים ספונטניים.

- פגיעות שונות נוספות: אנוסמיה; כיב ברירית האף; גוון צהוב בצוואר השיניים; קדחת מתכות; אנמיה קלה; ליקוי קל בתיפקודי הכבד; חשוד כמסרטן (ריאות, פרוסטטה) לפי ACGIH ומסרטן (קב' 1) לפי IARC.

- פגיעות בעוברים: הקדמיום עלול לפגוע בעוברים. לכן, התקנות אוסרות על נשים, בגיל הפוריות ועל נשים מניקות, להיחשף לקדמיום ולנגזרותיו בריכוזים הגבוהים מ-0.005 מ"ג/מ"ק באוויר.

כרום – Cr

הכרום חודר לגוף בעיקר דרך דרכי הנשימה והריאות, בצורת אבק ונדפים. חלקיקי פיגמנטים של כרום, נדפים של כרום הנוצרים בזמן ריתוך של פלדת אל-חלד וחלקיקים של חומצה כרומית - שהם קטנים מ-1µm, חודרים בעיקר דרך האלביאולות (הנאדיות) של הריאות.

תרכובות הכרום התלת-ערכי נספגות בגוף במידה קטנה יותר מאשר תרכובות הכרום השש-ערכי. כמו כן, ככל שהמסיסות במים של תרכובות הכרום גבוהה יותר - הספיגה והרעילות של הכרום בגוף גדולה יותר.

למעשה, 0.2%-3% מתרכובות הכרום התלת-ערכי ו-1%-10% מתרכובות הכרום השש-ערכי, החודרות לגוף דרך הפה ודרכי העיכול - נספגות בגוף בהתאם לדרגת המסיסות של התרכובת.

התרכובות השש-ערכיות של כרום הופכות בגוף לתרכובות תלת-ערכיות של כרום בהתאם לכמות של הגורמים המצויים בגוף אשר מסוגלים לגרום לשינוי כזה - מה שמשפיע ישירות על מידת הרעילות ועל ההפרשה של התרכובות השש-ערכיות של הכרום. **הכרום מתרכז בעיקר בריאות**.

ההפרשה של כרום מהגוף נעשית דרך השתן והצואה, באופן שונה לגבי תרכובות כרום שונות.

ה-**BEI של כרום כללי (כרום שש-ערכי מסיס במים) בשתן: 25µg/L**.

התופעות הקליניות של חשיפה לכרום הן:

תרכובות הכרום התלת-ערכי פחות רעילות מתרכובות הכרום השש-ערכי.

1. תופעות חדות

בליעה של תרכובות של כרום שש-ערכי, באופן "תאונתי", גורמת ל:

- דימום בדרכי העיכול;

- נקרוזה (נמק) של הכבד;

או

- לנקרוזה טובולרית של הכליות.

2. תופעות כרוניות

- באופן מקומי: מגע ממושך של כרומאטים עם הרירית של מחיצת האף גורם בה להיווצרות כיב, אשר יכול להתפתח וליצור חור (פרפורציה). מצב דומה של היווצרות כיבים ממגע עם כרומאטים נצפה גם בגרון ובדרכי הנשימה העליונות.

- מגע ממושך של כרומאטים עם העור ללא רחצה ושטיפה שלהם מהעור עלול לגרום להתכייבות העור ("חורים של כרום"), באצבעות הידיים ובמיקומים שונים אחרים בגוף.

- אלרגיה של העור לכרומאטים היא תופעה שכיחה מאוד, ומקיפה כ-13% מכלל דלקות העור ממגע אצל גברים. תבחיני מטלית (טלאי) עם ריכוזים נמוכים לאשלגן (קאליום) ביכרומאט הם הדרך הטובה ביותר להוכיח זאת. גם תרכובות של כרום תלת-ערכי (ולא רק של שש-ערכי) יכולות לגרום לתגובות אלרגיות בעור. מכל מקום, התופעות של "קונטקט דרמטיטיס" מכרומאטים שכיחות אצל עובדי בנייה הבאים במגע עם מלט (המכיל בתוכו גם כרומאטים).

- תגובות אסתמטיות יכולות להופיע אצל עובדים החשופים לחומצה כרומית, לאירוסולים עם כרומאטים ולנדפים של ריתוך בזמן ביצוע עבודות ריתוך על פלדת אל-חלד (המכילה סגסוגת של כרום וניקל).

3. תגובות מאוחרות: הוכח מעל לכל ספק שכרום שש-ערכי הוא מסרטן, ויכול לגרום להופעת סרטן הסימפונות והריאות, במיוחד אצל עובדים החשופים לביכרומאטים ולפייגמנטים של כרום. קיימים פרסומים הטוענים שהכרום עלול לגרום גם לסרטן הקיבה ולסרטן מערות האף.

ניקל – Ni

הניקל חודר לגוף בעיקר דרך דרכי הנשימה. הניקל נספג בגוף במידה מועטה דרך המעיין, אך כאשר הוא נספג בגוף - הוא מתפזר בכולו; הריכוז הגבוה ביותר של הניקל נמצא בריאות ובמוח.

הניקל מופרש מהגוף במהירות באמצעות השתן (0.015mg/L או $15\mu\text{g/L}$)

והצואה.

התופעות הקליניות של חשיפה לניקל הן:

הניקל ומלחיו יכולים לגרום ל:

1. תופעות חדות

- היפרתרמיה ו"קדחת המתכות";
- בחשיפה חדה לניקל קרבוניל: כאב ראש, הקאות ומצוקה נשימתית עד פנוימוניטיס אינטרסטיציאלית.

2. תופעות כרוניות

- דלקת עור אלרגית ממגע (קונטקט דרמטיטיס), אצל נשים הבאות במגע עם ניקל (כגון: בתכשיטים ובאביזרי לבוש);
- סרטן של רירית חללי האף ושל גתות האף (הסינוסים) ושל הריאות;
- סינוסיטיס;
- אנוסמיה;
- אסתמה מקצועית.

קובלט – Co

הקובלט חודר לגוף כקובלט דו-ערכי בצורת אבק או נדפים בעיקר דרך דרכי הנשימה (הקובלט התלת-ערכי איננו יציב).

1. קובלט שחדר לגוף גורם:

- להרעלה סיסטמית
 - הפרעות בשריר הלב, בעיקר אצל שתיינים;
 - לגירוי לדרכי הנשימה, לעיניים ולמערכת העיכול.
- שאיפת אבק קובלט גורמת לתופעות דמויות-אסתמה עם שיעול וקוצר נשימה; ולפיברוזיס ריאתית.
- מגע עם קובלט ותרכובותיו עשוי לגרום גם לדלקת עור אלרגית ממגע.

2. התמונה הקלינית של פעולת הקובלט בגוף היא:

- התופעות החדות של הרעלת מלחי קובלט גורמות ל:
(1) שילשולים, חוסר תיאבון, היפותרמיה ולבסוף גם למוות (כשהחדירה לגוף היא דרך דרכי העיכול);
- (2) בצקת ריאתית (כשהחדירה לגוף היא בשאיפת אבק המכיל קובלט).

- **התופעות הכרוניות** של שאיפת אבק המכיל קובלט יחד עם טונגסטן, טיטניום וקרבידים של טונגסטן (מתק"ש) גורמות למחלת מתכות קשות המוצאת את ביטויה ב:

(1) היפרפלזיה של תאי הסימפונות;

(2) מוקדים פיברוטיים בריאות, יחד עם גרנולומות, וכן להופעת צללים נודולריים ריאתיים ותסנינים ברונכיאליים. זוהי צורה מיוחדת של פנוימוקוניוזיס הדומה לבריליוזיס.

- **התופעות האוטו-רינו-לרינגולוגיות** מתבטאות בהיפוסמיה, אנוסמיה וריניטיס סובאטרופית כרונית.

3. הקובלט. משתתף ביצירת הכדוריות האדומות בהיותו חלק מהמרכיבים של ויטמין B12.

4. הקובלט גורם להפרעות במטבוליזם של הליפידים והסוכרים:

- גורם לעלייה בליפידים הכלליים ובטריגליצרידים;

- גורם לשינויים במטבוליזם של הקרבוהידראטים
לאחר מבחן של Glucose Tolerance Test.

את הקובלט אפשר לאתר **בדם** $(1\mu\text{g/L}$ או $0.001\text{mg/L} = \text{BEI}$)
ובשתן, לאחר הפרשתו מהגוף $(15\mu\text{g/L}$ או $0.015\text{mg/L} = \text{BEI}$).

בריליום – Be

החזירה של הבריליום לגוף נעשית בעיקר דרך דרכי הנשימה ומיעוטה - גם דרך דרכי העיכול ודרך עור שלם (לא פגוע).

מרבית הבריליום המתכתי ותרכובותיו הבלתי מסיסות, אשר חדרו לגוף, מתרכזים בריאות. התרכובות המסיסות מתפזרות בשאר האברים.

הבריליום יכול לעבור את מחסום הפלצנטה (השיליה) ולהגיע לעובר; הוא עובר גם דרך החלב של נשים מניקות אל התינוקות.

רמת הבריליום בשתן, של עובדים שאינם חשופים ב"חשיפה תעסוקתית" לחומר, היא פחות מ- 1mg/L . רמת הבריליום בשתן של עובדים החשופים במסגרת עבודתם לבריליום - גבוהה יותר, אך ללא קורלציה לריכוז המתכת באוויר במקום העבודה.

בהיעדר סימנים וסימפטומים קליניים - הימצאות הבריליום בנוזלים הביולוגיים (כגון: דם ושתן) איננה מעידה על מחלה.

בביצוע נתיחת גופה אפשר למצוא את הבריליום באברים השונים של הגוף גם זמן רב לאחר הפסקת החשיפה התעסוקתית. מכל מקום אין קורלציה בין כמות הבריליום שאפשר למצוא בריאות (באוטופסיה) לקיומה של מחלת ריאות.

התופעות הקליניות של חשיפה לבריליום הן:

1. **הרעלה חדה** - כתוצאה מחשיפה לתרכובות מסיסות של בריליום (כגון: כלוריד, סולפאט, פלואוריד). **הבריליוזיס החדה** מופיעה לאחר שאיפה, בתאונה, של תרכובות מסיסות של בריליום. סימניה הם: נאזו-פרינגיטיס, טראכאוברוניטיס או בצקת ריאתית - המופיעה מספר שעות עד יומיים לאחר החשיפה.

2. **הרעלה כרונית** - כתוצאה מחשיפה לתרכובות בלתי מסיסות של בריליום (כגון: מתכת ואוקסיד):

- **הבריליוזיס הכרונית** (Chronic Beryllium Disease = CBD) עשויה להופיע בצורת תגובה אלרגית אצל עובדים בעלי רגישות מיוחדת (זוהי מחלה אימונולוגית). בארץ נמצאו עד כה מעט יותר מ-10 אנשים רגישים לבריליום. **הבריליוזיס הכרונית יכולה להתפתח שנים רבות (20 שנים ויותר) לאחר סיום החשיפה לבריליום.**

- **מתפתח תהליך גראנולומטוזי בעור ובעיקר בריאות**, אך יכולים למצוא את הבריליום גם בעצמות, בכבד (הפטומגליה), בטחול (ספלנומגליה), בעור (לעתים עם כיבים), בבלוטות הלימפה, בבלוטות הרוק (אבנים) ובעוד אברים נוספים. **הסימנים הריאתיים המוקדמים הם:** קוצר נשימה במאמץ, שיעול יבש וחוס. מאוחר יותר יכולים להופיע חולשה כללית וירידה מהירה במשקל. לבסוף יכולים להתפתח אי-ספיקה נשימתית ולבבית.

בצילומי רנטגן של הריאות רואים גרנולומטוזה ממושטת, או - בשלבים הראשונים - רק בלוטות לימפה מוגדלות.

בתיפקודי הנשימה מוצאים ירידה ביכולת הריאות להתרחב כבר בשלבים המוקדמים של המחלה (**הפרעה איזורית רסטריקטיבית**). בספרות המקצועית נודעת חשיבות רבה לבדיקת תפקודי הנשימה, לעומת חוסר הרלוונטיות של צילומי רנטגן של החזה לצורך קביעת האבחנה של בריליוזיס.

- **בדם:** היפראוריסמיה, היפרקלצמיה.

לצורך קביעת האבחנה של בריליוזיס יש חשיבות מכרעת לבדיקת "**תבחין הלימפוציטים בדם בפרוליפרציה**" (Lymphocytic Proliferation Test). עישון איננו משפיע על התבחין.

- **בעיניים:** יכולה להתפתח קונגיונקטיביטיס.

- **הבריליום ותרכובותיו הוכרו כמסרטנים ודאיים לבני אדם** (IARC + ישראל). ה-ACGIH מדרג אותו כ-A1 (מדובר בסרטן הריאות).

האבחנה המבדלת לבריליוזיס היא עם: סארקואידוזיס; פנומוקוניוזיס אחרים; שחפת מיליאריית; קרצינומה מיליאריית; אסתמה.

התופעות הקליניות משאיפת אבק של מתכות קשות (מתק"ש), נובעות מההרכב של המתק"ש שהוא "תערובת מוקשית של קרבידים, לרבות של טונגסטן (וולפרם), טיטניום, טנטלום, וונדיום ושל מתכות אחרות, לרבות ניקל וקובלט". לכן - הנוק הבריאותי הוא תוצאה ישירה של פעולת כל מרכיב ממרכיבי המתק"ש בפני עצמו (כגון ניקל וקובלט שבהם דנו כבר לעיל), או כולם יחד.

הפיברוזיס הריאתית ("מחלת המתכות הקשות") כתוצאה מחשיפה לאבק מתק"ש (קרבידים של מתכות) פורסמה לראשונה ב- 1940. היא זוהתה במיוחד בעבודות שהיה בהן ריכוז גבוה של אבק מתק"ש (כגון: שקילה, ערבול, כבישה וכיו"ב).

שינויים בריאות, המתגלים בצילומי רנטגן של הריאות, מלווים בתלונות על קושי בנשימה, שיעול ופליטת כיח. **הבדיקות הקליניות מעידות על קיום של אמפיזמה ושל ברונכיטיס** (יבשה או רטובה) עם ספאזם ברונכיאלי מסוים. **בצילומי הרנטגן של הריאות רואים תמונה מוגברת, ובשלב מתקדמים יותר - גם צללים נודולריים בכל שדות הריאה** (בניגוד לסיליקוזיס, אשר שם השדות הצדדיים פחות פגועים), **ופיברוזיס ריאתית.**

ישנה אי-ספיקה ריאתית כבר בשלבים המוקדמים. המצב יכול להידרדר ל-Cor-Pulmonale, ולהסתיים אף במוות. מכל מקום, יש לציין שהשינויים הפיברוטיים בריאות כתוצאה מחשיפה לאבק קרבידים של מתכות (הדומים לברונכואלביאוליטיס) שונים מהתמונה המתקבלת במקרים של פיברוזיס ריאתית ממתכות אחרות (פיברוזיס אינטרסטיציאלית).

אין ספק שהקובלט והאבק המכיל קובלט בתערובת המתק"ש רעילים מאד לגוף - בגלל המסיסות הגבוהה של הקובלט בפלסמה. תופעות הגירוי של הקובלט יכולות לגרום לפנוימוניטיס בריאות ואף לבצקת ריאתית.

בטבלה בעמודים הבאים מפורטות הפגיעה הקלינית והפגיעה הביולוגית (לרבות הסמנים הביולוגיים לחשיפה תעסוקתית), כתוצאה מהחשיפה הממושכת למתכות השונות, שבהן דובר, ואשר יכולות להסתיים במחלת מקצוע:

הפגיעה הנברואתית – הקלניית והביולוגית – כתוצאה מחשיפה ממושכת למתכות הבאות:

המתכת והתכונותיה	רמת הפעולה ב-מ"ג/מ"ק	הפגיעה המקומית (עור, עיניים)	הפגיעה הכוללת המחזירה המתכת לנור	הפגיעה הביולוגית - BEI	בדם	בשתן
קדמיום – Cadmium						
תרכובות אגורנייות - קדמיום אוקסיד (נדפים)	0.005	עור: גירוי, דרמטיטיס	כליות - הפרעות בתפקוד הכליות. - עלייה בפרוטאינוריה. - עלייה בהפרשות סידן וזרחן בשתן. - אבני כליות. - עלייה של הקראטינין בפלסמה. זם - אגמיה קלה. - ריאות - אמפימה. - מחלה חסימתית. - פיברוזיס אויטרסטיציאלית. עצמות - אויטיאומלציה. - אויטיאופורוזיס. חוש הריח - איסמיה. חוטן: ריאות, פרוסטטה.		5µg/L	5µg/G Creatinine
כרום – Chromium						
- מתכת - תרכובות כרום II - תרכובות כרום III - תרכובות כרום VI * מסיס במים * בלתי מסיס במים ציניק-כרומאט (Zn Cr O ₄)	0.250 0.250 0.025 0.005 0.005	כרומאטים: עור: דרמטיטיס אלרגית, כיבים בלתי מוכיבים בעור. עיניים: קונג'ונקטיביטיס שיניים + לשון: אבע צהוב מחיצת האף: כיב נקרוטי + פרפורציה.	1. הומצה כרומית + כרומאטים; אסתמה מקצועית. 2. כרום VI (דיכרומאט + פיגמנטים של כרום): - גורם מסרטן (A1). • סרטן הריאות; +++ • סרטן מערות האף; ++ • סרטן הקיבה; + - פגיעה בכבד ובכליות		25µg/L	- כרום כללי (כרום VI מסיס במים)

BEI - הפגיעה הביולוגית - לוגו	הפגיעה הביולוגית - לוגו	הפגיעה הביולוגית - לוגו	הפגיעה הביולוגית - לוגו	הפגיעה הביולוגית - לוגו	הפגיעה הביולוגית - לוגו	הפגיעה הביולוגית - לוגו
בשטן	גזם	החומר או המטאבוליט הנבדק	הפגיעה הסיסטמית-הגופנית	הפגיעה המקומית (עור, עיניים)	רמת הפעולה ב-מ"ג/מ"ק	המתכת (תרכובותיה)
ניקל – Ni, Nickel						
15µg/L	-	ניקל	מסרטן (A1) - תרכובות בלתי מסיסות: - סרטן הריאות. - סרטן הריאת והמתות (סיניסיס) של האף. - היפרתרמיה = "קדחת המתכות". - פגיעה במערכת העצבים המרכזית. - אסתמה מקצועית (אפשרית). - סרטן הריאות. - סרטן הריאת והמתות (סיניסיס) של האף. ועיל מאוד! גורם לגירוי חזק לדרך הנשימה ולפנומינוסיס!	עור: דרמטיסיס אלרגית. עור: קונטקט דרמטיסיס.	0.750 0.100 0.050	מחכת (אבק, נדפים) (סיניסיס) - תרכובות בלתי מסיסות - תרכובות אנאורגיות מסיסות
קובלט – Co, Cobalt						
15µg/L	1µg/L	קובלט	דרכי הנשימה + ריאות: - גירוי: אסתמה מקצועית. - בצקת ריאתית.	עור: דרמטיסיס אלרגית. עיניים: קונגונקטיביטיסיס.	0.010 0.05	מחכת (אבק, נדפים) (סיניסיס) + תרכובות אנאורגיות קובלט הידרוקסיד וקרבונל
בריליום – Be, Beryllium						
-	תבחין ליתמפויסיס בדם בפורלופרציה	-	ריאות: בריליוזיס (בריליום גרונולומטוזיס), הדומה לסרקואידוזיס). דם: היפראורטימיה, היפרקלצמיה. מסרטן (A1) ודאי בנני אדם (A1)	עור: דרמטיסיס, כניבים בעור + גרונומה. עיניים: קונגונקטיביטיסיס.	0.0001	אבק + תרכובות
מתלי"ש – Hard Metals						
ירידה בתפקודי הריאות			ריאות: - פברוזיס ריאתית. - מחלת המתכות הקשות. דרכי נשימה: גרירי.	עור: דרמטיסיס. עיניים: קונגונקטיביטיסיס.		

מי נחשב על פי החוק כ"עובד במתכת"

בהתאם להגדרת התקנות המקוריות (התשנ"ג-1993) "עובד במתכת" הוא:

1. כל אדם עובד -
- החשוף לריכוז של מתכת באוויר שמעל לרמת-הפעולה (מחצית ה-TWA);
- והוא - עובד עבודה חלקית או מלאה, ביום עבודה בן 8 שעות מתוך יממה;
- **והוא עובד חודש אחד בשנה לפחות** (אלא אם קבע מפקח עבודה אזורי תקופה קצרה ממנה);

2. וכן, כל עובד העובד בעבודה או בתהליך עבודה מן הנקובים בתוספת, המתייחסים לכל מתכת, ואשר יש בהם סיכון מירבי להיפגע במחלת מקצוע הקשורה בחשיפה לאותה מתכת, גם אם ריכוז המתכת באוויר נמוך מרמת-הפעולה.

להלן רשימת העבודות ותהליכי העבודה במתכת שהתקנות חלות עליהם גם אם ריכוז המתכות המסוימות באוויר נמוך מרמת-הפעולה (התוספת השניה לתקנות):

1. ייצור של סוללות ניקל-קדמיום.
2. ייצור של מכשירים ואבזרים המכילים בריליום בתעשיית מטוסים.
3. ייצור של מתק"ש ושל כלי עבודה ממתק"ש.
4. ייצור צבעים המכילים צינק כרומאטים.

הנוסח החדש, המחליף את הנוסח הקודם, ושפורסם ב-24.4.2002 (ק"ת 6162) מגדיר "עובד במתכת" כדלקמן:

"עובד במתכת" - כל אחד מאלה:

- (1) אדם העובד במגע או בחשיפה למתכת והוא חשוף לריכוז של מתכת באוויר, באזור נשימתו, העולה על רמת הפעולה, 200 שעות לפחות בשנה, אלא אם כן הורה מפקח עבודה אזורי על תקופה שונה ממנה;
- (2) אדם העובד במגע או בחשיפה למתכת, בעבודה או בתהליך עבודה הנקובים בתוספת השניה, 200 שעות לפחות בשנה.

בהגדרה החדשה ישנה הפרדה בין 2 קבוצות של עובדים במתכת, כשבכל אחת מהן קיימת התייחסות לתקופת עבודה מינימלית של 200 שעות בשנה.

באותו קובץ תקנות נוספה גם תקנה חדשה (16ב) - "פטור" - הקובעת ש:

"מפקח עבודה ראשי רשאי לפטור מקום עבודה מסוים שבו מתנהלים עבודה או תהליך עבודה הנקובים בתוספת השניה מחלות התקנות, לתקופה קצובה, במגבלות ובתנאים אשר יורה."

בדיקות סביבתיות-תעסוקתיות

עריכה של בדיקות סביבתיות-תעסוקתיות במקום העבודה (בהתאם לנוסח החדש של התקנות שפורסם ב-24.2.2002 (ק"ת 6162):¹

"2א. בדיקות סביבתיות תעסוקתיות

(א) **במפעל או במקום עבודה שבו משתמשים במתכת, או שהעובדים במקום עלולים להיחשף למתכת, יערוך המעביד, על ידי בודק מעבדה מוסמך, בדיקה סביבתית-תעסוקתית ראשונית של ריכוזי המתכת באוויר, במפעל או במקום העבודה.**

(ב) **מפקח עבודה אזורי רשאי להורות, מזמן לזמן, לפי שיקול דעתו, על עריכת בדיקה סביבתית-תעסוקתית נוספת באותו מפעל או מקום עבודה, גם אם בתוצאות הבדיקה הראשונית נמצאו ריכוזים של מתכת באוויר שאינם עלולים על רמת הפעולה.**

(ג) **במפעל או במקום עבודה שבבדיקה סביבתית-תעסוקתית שבוצעה בו, נמצאו ריכוזים של מתכת באוויר, מעל רמת הפעולה, וכן במפעל או במקום עבודה, שבו מתנהלים עבודה או תהליך עבודה המפורטים בתוספת השניה - יערוך המעביד על ידי בודק מעבדה מוסמך, בדיקות סביבתיות-תעסוקתיות תקופתיות של ריכוזי המתכת באוויר, באזור הנשימה של העובדים, בתכיפות של אחת ל-6 חודשים לפחות, אלא אם הורה מפקח עבודה אזורי על תכיפות אחרת.**

3. רישום ופרסום תוצאות הבדיקות

(א) **במפעל או במקום עבודה שבו נערכו בדיקות סביבתיות-תעסוקתיות המפורטות לעיל, ירשום המעביד את תוצאות הבדיקות הסביבתיות-תעסוקתיות של ריכוזי המתכת באוויר ביומן מעקב, בציון התאריך, השעה ומקום הדגימה, וישלח מיד העתק מתוצאות אלה למפקח עבודה אזורי, למעבדה לגיהות תעסוקתית של משרד העבודה והרווחה וכן לשירות הרפואי המוסמך המבצע את הבדיקות הרפואיות, בהתאם לתקנות אלה, באותו מפעל או מקום עבודה.**

(ב) **המעביד יפרסם בתחנות העבודה השונות במפעל או במקום עבודה שבו עובדים במתכת, את תוצאות הבדיקות הסביבתיות-תעסוקתיות, המתייחסות לאותו מקום עבודה, כדי שיובאו לידיעת כל העובדים.**

(ג) **המעביד ישמור את תוצאות הבדיקות הסביבתיות-תעסוקתיות 30 שנים לפחות מיום ביצוען.**

1. נוסח זה התפרסם לראשונה בתקנות הדנות בעבודה עם גורמים מזיקים שונים, ומטרתו לאפשר בדיקה סביבתית-תעסוקתית ראשונית, כדי לקבוע אם קיימים במקום העבודה ריכוזים של גורמים כימיים מזיקים באוויר אשר מחייבים המשך טיפול במקום, בהתאם לנדרש בתקנות.

(ד) ערך מעביד בדיקות סביבתיות-תעסוקתיות באמצעות מעבדה מוסמכת שאינה המעבדה לגיהות תעסוקתית של משרד העבודה והרווחה, תשלח המעבדה המוסמכת את תוצאות הבדיקות הסביבתיות-התעסוקתיות אשר ביצעה אל המעבדה לגיהות תעסוקתית של משרד העבודה והרווחה, וכן תשמור אותן למשך 20 שנה לפחות."

ציוד מגן אישי (תקנה 5)

"(א) במצבים מיוחדים אשר בהם עלול העובד במתכת להיות חשוף לריכוזים חריגים של מתכת באוויר, הגבוהים מתקני החשיפה שנקבעו בתקנות - המעביד יספק לעובד ציוד מגן אישי יעיל ובאיכות טובה, והעובד יהיה חייב להשתמש בו. ציוד המגן יהיה אישי ולא יועבר לעובד אחר, ויכלול - בין השאר ולפי הצורך: מסיכת נשימה מצוידת במסנן מתאים למתכת, שיוחלף במסנן חדש בתכיפות הנדרשת לפי הוראות היצרן או מפקח עבודה אזורי.

(ב) כמו כן יספק המעביד לעובד בגדי מגן, כפפות מגן ומישחת מגן מתאימים, והעובד יהיה חייב להשתמש בהם.

(ג) המעביד ידאג לכך שהעובד ישמור על ניקיון ציוד המגן האישי שנמסר לו וידריכו בכך.

(ד) אין באספקת ציוד מגן אישי לעובדים כדי לשחרר את המעביד מן החובה לתקן תנאים סביבתיים במפעל, ולהקטין רמת המתכת באוויר אל מתחת לחשיפה המשוקללת המירבית המותרת.

(ה) לא ינקה עובד במתכת בעזרת זרם אוויר דחוס ציוד מגן אישי, בגדי עבודה, מכונות, שולחנות עבודה, רצפות, קירות וכל חפץ או מקום במפעל או בתחנת העבודה; פעולות ניקוי כאמור יבוצעו אך ורק בעזרת שואבי אבק ומערכות יניקה מתאימים."

אמצעי גיהות תעסוקתיים ואישיים

אמצעי גיהות תעסוקתיים (תקנה 4)

"במפעל או במקום עבודה שבו עובדים במתכת, על המעביד לנקוט אמצעי גיהות אלה:

(1) להתקין ולקיים אמצעי יניקה, ניקוז ופליטה טובים ויעילים, או כל שיטה אחרת, בכל מקומות העבודה, באופן שריכוז המתכת באוויר יהיה נמוך מהחשיפה המשוקללת המרבית המותרת, ובצורה שלא תזיק לבריאות העובד;

(2) להתקין ולקיים מינדפים מתאימים ויעילים, בעלי כוח יניקה מספיק, בזמן העבודה בשקילה או בבדיקה של מתכת ושל אבקות המכילות מתכת, לרבות במעבדות;

(3) לדאוג לאיסוף וסילוק מיידי של פסולת המכילה מתכת, מתחנות העבודה, באופן שלא תגרום למטרד או נזק לבריאות העובד;

(4) לספק לכל עובד במתכת בגדי עבודה מתאימים, כולל נעליים וגרביים המיועדים אך ורק לעבודה, וכן מברשת שיניים ומשחת שיניים לצחצוח השיניים, ומברשת וסבון לניקוי הידיים והציפורניים;

(5) לדאוג לכביסה וניקוי יומיים של בגדי עבודה במרוכז במפעל, או במקום אחר שהובא לידיעתו של מפקח עבודה אזורי;

(6) להתקין מלתחות כפולות ונפרדות לכל עובד, אחת לבגדי עבודה ואחת לבגדים נקיים; וכן מקלחות עם מים חמים, סבון ומגבות אישיות במספר נאות;

(7) לקבוע חדרים מיוחדים לאכילה ושתיה, לעישון ולמנוחת העובדים;

(8) לדאוג לסידורים מיוחדים למצבי חירום, כולל דרכי מילוט, חילוץ ופינוי של עובדים.

אמצעי גיהות אישיים (תקנה 7)

"(א) לא יאכל עובד, לא ישתה ולא יעשן במקום שבו עובדים במתכת, אלא בחדרים המיוחדים שהתקין לענין זה המעביד.

(ב) עובד במתכת יצחצח את שיניו במברשת שיניים וינקה את ידיו וציפורניו במברשת, בסבון ובמים, בגמר העבודה ולפני שהוא הולך לאכול או לשתות.

(ג) בתום יום העבודה יסיר עובד במתכת את בגדי העבודה וישאירם במלתחות המיועדות להם במפעל, וכן יתקלח לפני לבישת הבגדים הנקיים.

(ד) העובדים ייכנסו לחדר האוכל רק לאחר שניקו בעזרת שואבי אבק את בגדי העבודה שהם לובשים."

חובת שילוט וזהירות בטלטול ואחסון מתכת (תקנה 7א)

"(א) מעביד ידאג כי טלטול מתכת ואחסונה ייעשו בכלים סגורים ומכוסים, ובאמצעים בטוחים ומתאימים.

(ב) מעביד ידאג לשילוט מתאים ובלט לעין בכל אולם או עמדת עבודה, שבהם עובדים במתכת, בנוסח הזה:

**זהירות! אזור עבודה במתכת;
חובה לנקוט אמצעי בטיחות וגיהות מתאימים;
אסור לעשן!**

בדיקות רפואיות לעובדים במתכת

חובת בדיקות רפואיות (תקנה 8)

"(א) לא יועבד אדם כעובד במתכת, אלא אם כן עבר **בדיקה רפואית ראשונית תוך החודש שלפני תחילת העבודה**, בידי רופא מורשה, שיקבע את התאמתו להתחיל לעבוד במתכת.

(ב) לא יועבד עובד במתכת, אלא אם כן עבר **בדיקה רפואית חוזרת, אחת לשנה**, בידי רופא מורשה, שיקבע את המשך התאמתו לעבוד במתכת.

(ג) עובד במתכת שנעדר מעבודתו, בשל התערבות כירורגית או בשל מחלה ממושכת הגורמת להיעדרות העובד מעבודתו מעל לחודשיים, לא יועבד במתכת אלא אם כן עבר בדיקה רפואית נוספת, בידי רופא מורשה, שיקבע את המשך התאמתו לעבוד כעובד במתכת.

(ד) רופא מורשה ומפקח עבודה שהוא רופא רשאים להורות על ביצוע בדיקות רפואיות, כאמור, בתאריכים מוקדמים מן האמור בתקנת משנה (ב) וכן להחיל את חובת ביצוע הבדיקות הרפואיות גם לגבי עובד שאינו עובד במתכת כהגדרתו בתקנה 1.

(ה) לא הופיע עובד לבדיקות רפואיות חוזרות במועד שנקבע לו, ישלח השירות הרפואי המוסמך הודעה על כך למעביד והעתק ממנה למפקח עבודה אזורי."

היקף הבדיקות הרפואיות (תקנה 9)

"**בדיקה רפואית ראשונית, חוזרת או נוספת תכלול לפחות:**

- (1) אנמנזה רפואית כללית ותעסוקתית;
- (2) בדיקה קלינית כללית, תוך שימת לב מיוחדת למערכת העיכול, למערכת הריאות והנשימה, למערכת הקרדיו-וסקולרית, לכבד, לכליות ולעור;
- (3) בדיקת תמונת דם כללית, לרבות המוגלובין וטרומבוציטים;
- (4) בדיקת שתן כללית, לרבות רמת החלבונים;
- (5) בדיקת תפקודי הכבד, לרבות בילירובין כללי, אלקלין-פוספטאזה וטרנסאמינאזה (SGPT ו-SGOT) בדם, בבדיקה רפואית ראשונית בלבד;
- (6) בדיקת תפקודי הכליות, רמת החלבונים השונים בדם, ורמת הקריאטינין בדם, בבדיקה רפואית ראשונית בלבד;
- (7) צילום רנטגן גדול (סטנדרט) של הריאות - בבדיקה הראשונית, ולפי הצורך; במקרה של עבודה בחשיפה לאבק מתק"ש ולבריליום צילום רנטגן גדול של הריאות כל 3 שנים - לעובד שלא מלאו לו 40 שנה, ואחת לשנתיים - לעובד שמלאו לו 40 שנה;
- (8) בדיקת תפקודי הריאות, ובדיקת דרכי הנשימה;

- (9) צילום רנטגן של מערות הפנים והגולגולת - בבדיקה הראשונית בלבד, ולפי הצורך - בהתאם לעבודה במתכת המסוימת;
- (10) בדיקת הסמנים הביולוגיים לחשיפה תעסוקתית (BEI) הייחודיים לגבי כל אחת מהמתכות המסוימות, כשערכיהם יהיו כמפורט בתוספת השלישית;
- (11) כל בדיקה קלינית או מעבדתית נוספת, לפי ראות עיניו של הרופא המורשה הבודק;"

הערכים של המטאבוליטים או החומרים הנבדקים, המשמשים כסמנים ביולוגיים לחשיפה תעסוקתית (BEI) של המתכות המסוימות (התוספת השלישית לתקנות):

המתכות המסוימות	המטאבוליט או החומר הנבדק	ערכי ה-BEI
קדמיום (Cadmium) ותרופות אנאורגניות	קדמיום בשתן קדמיום בדם	5µg/G Creatinine 5µg/L
כרום (Chromium (VI) נדפים מסיסים במים	כרום כללי בשתן	25µg/G Creatinine
קובלט (Cobalt)	קובלט בשתן קובלט בדם	15µg/L 1µg/L
ניקל (Nickel)	ניקל בשתן	15µg/L

אי-התאמה לעבוד במתכת (תקנה 13)

מטרת הבדיקות הרפואיות היא לקבוע את התאמתו או את אי-התאמתו של "העובד במתכת" להתחיל או להמשיך בעבודתו בחשיפה או במגע למתכת המסוימת שלגביה נערכו הבדיקות הרפואיות. לפיכך -

"יראו עובד כמי שאינו מתאים להיות עובד במתכת, אם נמצא אצלו אחד מאלה:

- (1) הרעלה חדה או כרונית ממתכת מסוימת;
- (2) דלקת עור ממגע (Contact Dermatitis);
- (3) ליקוי בתפקודי הכליות או נזק כרוני בכליות;
- (4) ליקוי בתפקודי הכבד או נזק כרוני בכבד;
- (5) ליקוי בתפקודי הריאות, או מחלות כרוניות של דרכי הנשימה והריאות;
- (6) מחלת המתכות הקשות;

(7) ממצאים של ערכי הסמנים הביולוגיים לחשיפה תעסוקתית החורגים מאלה המופיעים בטבלה לעיל; חריגה מעל ערכי ה-BEI, מהווה הוראה החלטית לאי-התאמה, גם בהעדר ממצאים קליניים או מעבדתיים אחרים, לאחר שבוצעה בדיקה חוזרת תוך 15 ימים;

(8) טרם מלאו לו 18 שנים;

(א4) היא אשה בגיל הפוריות או אישה מניקה, ובמקום עבודתה, האוויר הסמוך לאזור נשימתה מכיל קדמיום ונגזרותיו בריכוז העולה על 0.005 מ"ג/מ"ק.

(9) אי-התאמה אחרת לדעת הרופא המורשה הבודק."

מחלות מקצוע הקשורות למתכות המסוימות בתחיקה הישראלית

מחלות מקצוע המוכרות על ידי המוסד לביטוח לאומי
לצורך מתן פיצוי עקב פגיעה בעבודה (ק"ת 4876, 1985).

שם המחלה	העבודות ותהליכי הייצור	תאריך התחולה
(2א) הרעלת כרום ותרבותיו	עבודה הכרוכה בחשיפה לכרום ותרבותיו	2.4.54
(8א) הרעלת בריליום ותרבותיו	עבודה הכרוכה בחשיפה לבריליום ותרבותיו	2.4.54
(10א) הרעלת ניקל ותרבותיו	עבודה הכרוכה בחשיפה לניקל ותרבותיו	1.4.58
(11א) הרעלת קדמיום ותרבותיו	עבודה הכרוכה בחשיפה לקדמיום ותרבותיו	1.4.58
(25א) מחלות עור הנגרמות על ידי אבק, נוזלים, מוצקים או גזים	עבודה בחומרים העשויים לגרום למחלות עור	2.4.54
(20ב) מחלת המתכות הקשות - פיברוזיס של הריאות	עיבוד וולפרם, ונדיום, טונגסטן, טיטניום וטנטלום לפחות במשך שנה. (הערה: בתרכובת כזו אפשר למצוא גם ניקל וקובלט!)	1.10.74
ברשימה המקורית של מחלות המקצוע המוכרות ע"י המוסד לביטוח לאומי (אשר שונתה ב-1985) נכללו עוד שתי מחלות הקשורות לניקל:		
(16א) סרטן הרירית של האף, או הגתות הקשורות באף.	עבודה בבית חרושת או בסביבתו הקרובה, בהם מיוצר ניקל ע"י התפרקות של תרכובות ניקל בצורת גזים, או שמבצע בו תהליך תעשייתי הקשור בזה.	1.4.58
(17א) הרעלה ע"י ניקל קרבוניל	מגע עם גזים של ניקל קרבוניל	1.4.58

**מחלות מקצוע אשר חייבות בהודעה למפקח עבודה אזורי,
לפי פקודת התאונות ומחלות מקצוע (הודעה), 1945
(ק"ת 1980, 4163)**

- "(1.6) הרעלה על ידי בריליום ותרכובותיו.
(1.16) הרעלה על ידי כרום ותרכובותיו.
(1.19) הרעלה על ידי ניקל ותרכובותיו.
(1.26) הרעלה על ידי קדמיום ותרכובותיו.
(2.8) "קדחת המתכות" הנגרמת על ידי אדי מתכת, לרבות: אבץ, ברזל, נחושת.
(2.9) מחלת מתכות קשות (פיברוזיס של הריאות) הנגרמת על ידי אדי מתכות,
לרבות: טונגסטן, טיטניום וונדיום.
(2.10) דלקת עור (דרמטיטיס).
(2.11) התכייבות כרומית (כרום), דהיינו: התכייבות הבאה מחמת חומצה - כרומית
או דו-כרומית - האשלגן, הנתרן או האמון, או תכשיר כלשהו של החומרים
האלה.
(3.7) סרטן מקצועי הנגרם על ידי כרומטים, אף שאינה התכייבות כרומית.
(3.8) סרטן מקצועי הנגרם על ידי ניקל וניקל קרבניל."