

השיער אומר הכול

מדוע נמצאו רמות גבוהות של ארסן בשיער ראשו של נפוליון? מה העלה מחקר דגימות השיער של עובדים באינדונזיה? ומה הקשר בין ריכוזי המתכות בשיער לבין ריכוזי המתכות בדם אצל עובדים בסינגפור? אנחנו מנסים לברר

מאת יפעת זר

מרכז מידע
המוסד לבטיחות ולגיהות

מוות לצורך קביעת הרעלה מכוונת של ארסן וכראיה בבית משפט, מתחילת שנות השישים, משנמצאו רמות גבוהות במיוחד של ארסן במספר דגימות שיער של נפוליאון בונפרטה מהשנים 1816-1818, דגימות שהשתמרו במוזיאונים והתווספו לדגימות השיער העתירות ארסן מהיום שלאחר מותו בשנת 1821. במקרה זה, סיבת מותו של המצביא הצרפתי נותרה בגדר תעלומה עד היום - החשד כי הורעל באמצעות ארסן בידי שוביו הבריטיים באי אלבה או נחשף לארסן המצוי בטפטים של תא כלאו אינו עולה בקנה אחד עם הגילוי, שנשמך על דגימות השיער מהתקופה של טרם הגלייתו לאי. הדגימות הראו כי נפוליאון נחשף חשיפה כרונית לארסן, כמו רבים באירופה במאה ה-19, שכן הארסן בתקופה הזו היה בשימוש נרחב כמרכיב בצבעים ובטפטים, בקוסמטיקה, כחומר שימור מזון, כתרופה "מרפאת-כל" ועוד.

תהליך בדיקת שיער הראש קל לביצוע ונטול כאב. הוא כולל את גזיזת השיער קרוב לקרקפת, את הכנתו לאנליזה, אחסונו ולבסוף אנליזה במעבדה. כמו כן, השיער מספק תיעוד אמין של רמות עכשוויות ורמות עבר של המתכות הכבדות, הנוטות להצטבר בו לאורך זמן, כך שהבדיקה יעילה הן להערכת חשיפה קצרה האחרונה שאירעה והן להערכת חשיפה ממושכת

מחקר שנערך באינדונזיה ופורסם בשנת 2017 הראה כי דגימות שיער מהוות אינדיקציה טובה ומהימנה דיה לבחינת חשיפה סביבתית-תעסוקתית. ריכוזי המתכות הכבדות כרום, עופרת, ארסן וכספית נמדדו בשיער ראשם של שתי קבוצות עובדים, שלגביהם היה קיים חשש לחשיפה תעסוקתית למתכות כבדות וכמחצית מחבריהן היו מעשנים. האחת מנתה 35 עובדי סדנאות רכב וכללה מכוונאים, צבעים, נהגים ועובדי מנהלה, והשנייה מנתה 32 עובדי חברת שירותי התחבורה DLAJR וכללה עובדי שטח, בודקי פליטות רכב, עובדי מנהלה ועובדים כלליים. קבוצה של 43 עובדים, שלא היה קיים לגביהם חשש לחשיפה תעסוקתית, שימשה כקבוצת בקרה.

"מתכות כבדות", כמו כספית, עופרת, כרום, קדמיום, אלומיניום, אנטימון, ארסן ועוד, שמקורן לרוב בזיהום סביבתי ותעסוקתי, הן בעלות פוטנציאל רעילות לאדם ולסביבה אפילו בריכוזים קטנים ביותר שלהן ומהוות סיכון ממשי לבריאות האדם כיוון שיש להן נטייה להצטבר ברקמות ובאיברים חיוניים בגוף, כמו כבד, ריאות, כליות ועצמות.

סמנים ביולוגיים (ביו-אינדיקטורים) שונים לחשיפה למתכות כבדות, משמשים לצורך אומדן לחשיפה לזיהום סביבתי-תעסוקתי: מערכת הדם, השתן, הציפורניים, השיניים, השליה, חלב אם ושיער הראש. אך לכל הבדיקות, למעט בדיקת שיער הראש, ישנם חסרונות וקשיים או שהן אינן מעשיות לביצוע. השיניים, מן הסתם, אינן זמינות לבדיקה פיזית. שליה וחלב אם זמינים רק באוכלוסיית נשים הריוניות או לאחר לידה (חלב אם לתקופה שלאחר הלידה בלבד).

בדיקת דם היא פולשנית ולעתים כרוכה בכאב. תכולת המתכות בדם ובשתן משתנה תדיר בהתאם לחשיפה ומספקת עדות לחשיפה האחרונה בלבד ולא לחשיפה ממושכת. איסוף דגימות הדם והשתן, אחסונו והובלתם לצורך בדיקה הם תהליך מסורבל, ועל הבדיקות להיעשות בתנאים קפדניים לשמירת תקינותן ולמניעת העברת זיהומים.

הציפורניים הן לרוב מזוהמות באופן המקשה על ביצוע הבדיקה ועל אמינותה.

תהליך בדיקת שיער הראש, לעומת זאת, הוא קל לביצוע ונטול כאב. הוא כולל את גזיזת השיער קרוב לקרקפת, באזור התחתון של הראש, את הכנתו לאנליזה על ידי חיתוך וניקוי לפי הצורך, אחסונו ולבסוף אנליזה במעבדה. כמו כן, השיער, הצומח בקצב אטי של כסנטימטר עד שני סנטימטרים בחודש, מספק תיעוד אמין של רמות עכשוויות ורמות עבר של המתכות הכבדות, הנוטות להצטבר בו לאורך זמן, כך שהבדיקה יעילה הן להערכת חשיפה קצרה האחרונה שאירעה והן להערכת חשיפה ממושכת. בזכות שימוש בציוד מעבדתי משוכלל ופרוטוקולים מחקריים חדשניים, שפותחו בעשורים האחרונים, ניתן לאבחן ביעילות באמצעות שיער הראש תופעות ושינויים ביולוגיים שהתרחשו בעבר ואף לחזות את התרחשותם בעתיד, בקרב קבוצות תעסוקה, אוכלוסייה או בודדים, אפילו לפני הופעת תסמינים גופניים גלויים לעין או מורגשים.

אנליזת שיער קיבלה תפוצה רחבה בתחום הפלילים ובחקר מקרי

ממצאי ניטור סביבתי תעסוקתי שבוצע בתקופה שקדמה למחקר זה הראו ירידה ברמת המנגן בחלל העבודה, מה שתואם את ממצאי דיגום השיער.

יחד עם היתרונות של בדיקות השיער, יש להן גם מספר חסרונות. אמינות האנליזה של השיער יכולה להיות מושפעת מטיפולים חיצוניים בשיער, כמו צביעה, חמצון, החלקה וסלסול, ולאילו מתווסף תהליך הכנת השיער לאנליזה, שיכול לכלול, בין היתר, שטיפה וטיפול אולטראסוני. כמו כן, לא מכל העובדים ניתן ליטול דגימות של שיער ראש, עקב מגבלות של שיער קצר מדי או היעדר שיער (קרחת). אך במידה שהנסיבות מאפשרות זאת, נטילת דגימות משיער הראש יכולה לסייע בדיוק של הערכת החשיפה התעסוקתית לאורך זמן, ובהבנה שלמה יותר של השפעת הגורמים התעסוקתיים על החשיפה, בייחוד כאשר נדרש לאמת או לשלול חשיפה כרונית של עובדים.

זכות שימוש בציוד מעבדתי משובלל ופרוטוקולים מחקריים חדשניים, שפותחו בעשורים האחרונים, ניתן לאבחן ביעילות באמצעות שיער הראש תופעות ושינויים ביולוגיים שהתרחשו בעבר ואף לחזות את התרחשותם בעתיד, בקרב קבוצות תעסוקה, אוכלוסייה או בודדים, אפילו לפני הופעת תסמינים גופניים גלויים לעין או מורגשים

מקורות:

1. Assessment of Heavy Metals on Occupationally Exposed Workers from Hair Analysis E. Damastuti*, N. Adventini, W. Y. N. Syahfitri, S. Kurniawati, D. D. Lestiani and M. Santoso, Atom Indonesia, Vol. 43 No. 3 (2017) 119 – 126
2. Determination of As by instrumental neutron activation analysis in sectioned hair samples for forensic purposes: chronic or acute poisoning J. Kucˇera • K. Kofronˇova?, 2010
3. Metals in hair as biological indices for exposure, S. C. Foo, N. Y. Khoo, A. Heng, L. H. Chua, S. E. Chia, C. N. Ong, C. H. Ngim, and J. Jeyaratnam Department of Community, Occupational and Family Medicine, National University of Singapore, National University Hospital, Lower Kent Ridge Road, Singapore 0511
4. Potential health risk of heavy metals in the leather manufacturing industries in Sialkot, Pakistan ■

בעוד שלגבי אינדיקטורים של חשיפה בדם ובשתן קיימים תקני חשיפה הקובעים את הרמות המרביות המותרות (BEIs) להימצאות בנוזלים ביולוגיים של עובדים חשופים, חסרים תקנים כאלה עבור שיער. בארץ, בדיקות שיער היו בשימוש ברפואה התעסוקתית עד אמצע שנות השבעים של המאה הקודמת, ומאז, לא נעשה בהן שימוש כחלק מהניטור וההשגחה הרפואית על עובדים חשופים. גם תקנות הבטיחות והגיהות אינן מחייבות זאת. המדדים הביולוגיים לחשיפה תעסוקתית למתכות כבדות כוללים בדיקות דם ושתן בלבד וערכיהם מופיעים בתקנות הבטיחות בעבודה (ניטור סביבתי וניטור ביולוגי של עובדים בגורמים מזיקים), תשע"א-2011.

שיער ראשם של העובדים בשתי קבוצות המחקר הכיל ריכוזים גבוהים של המתכות כרום, עופרת וארסן, יחסית לריכוז מתכות אלו בשיער ראשם של חברי קבוצת הבקרה, עקב חשיפה תעסוקתית לגזי הפליטה של כלי רכב, לשאריות דלק ושמן או לצבעים של כלי הרכב, שלאילו תרם את חלקו גם הרגל העישון של מחציתם. ואילו מדידות הכספית הראו תוצאות שונות. בקבוצת עובדי חברת שירותי התחבורה נמדד ריכוז גבוה של כספית, יחסית לריכוזה בקבוצת הבקרה, ובקרב עובדי סדנאות רכב ריכוז הכספית היה דומה לריכוזה בקבוצת הבקרה. כמו כן, בכל הקבוצות, המחקר והבקרה, נראה מנעד ריכוזים רחב של כספית בין חברי הקבוצה. התוצאות הללו מחזקות את ההנחה כי ריכוז הכספית בגוף מושפע בעיקר מגורמים שאינם קשורים בהכרח לתעסוקה, כמו חשיפה סביבתית, אורח חיים, כגון עישון, הרגלי תזונה ובייחוד צריכת דגים. במחקר שנערך בסינגפור נמצא קשר סטטיסטי חיובי משמעותי בין ריכוזי המתכות בשיער לבין ריכוזיהן בבי-אינדיקטורים הדם והשתן בהקשר של זמן ומשך החשיפה שנבדקו. במחקר זה נלקחו דגימות שיער, דם ושתן משלוש קבוצות עובדים שהיה חשש של חשיפת חבריהן למתכות הכבדות עופרת, מנגן וכספית, ואלו הושוּו לדגימות שנלקחו מקבוצות בקרה. קבוצות המחקר כללו 188 עובדים במתקן לאחסון מצברים, שהיו חשופים לעופרת אנאורגנית, 22 עובדי מפעל לייצור תחמוצת מנגן ו-85 רופאי שיניים שעשו שימוש בכספית במסגרת עבודתם.

דגימות הדם והשתן המייצגות חשיפה מאוחרת של ימים או שבועות שקדמו לבדיקה שיקפו את התנודות שאירעו בחשיפה התעסוקתית במקומות העבודה בתקופת עריכת הבדיקות ותאמו לריכוזי המתכות שנדגמו במקטעי השיער הקרובים יותר לקרקפת. עבור מנגן, נמצא מפל ריכוזים משמעותי לאורך מקטעי השערה, מריכוז גבוה במקטעים המרוחקים מהקרקפת ועד ריכוזים נמוכים במקטעים הקרובים אליה.



המוסד לבטיחות ולגיהות מאחל לכל העובדים שנה טובה ובטוחה!

www.osh.org.il



המוקד הלאומי "קו החיים" 9214*