

BIOMONITOROINTI TYÖSSÄ: OHJEITA TYÖTERVEYS- JA TYÖTURVALLISUUSALAN ASiantuntijoille JA TYÖPAIKOILLE



Kuva: Freepik

Sisällysluettelo

Johdanto.....	3
Määritelmät.....	3
Terveystilan seuranta.....	3
Biologinen seuranta / biomonitorointi	4
Biologinen raja-arvo.....	5
Biologinen ohjearvo	5
Taustaa	6
Suhde ilmanlaadun seurantaan.....	6
Biomonitoroinnin soveltamiskriteerit.....	7
Biomonitoroinnista tehtävät päätelmät	8
Eettiset kysymykset.....	9
Suostumus.....	10
Vaatimukset tahoille, jotka suorittavat terveystilan seurantaa ja biomonitorointia	10

Biomonitorointiohjelman perustaminen	11
Tietoa työnantajille, jotka haluavat perustaa biomonitorointiohjelman	11
Biomonitoroinnin tarkoituksen määrittely	12
Ohjelmaa koskeva kuuleminen työntekijöiden tai heidän edustajiensa kanssa	12
Ohjelmasta keskusteleminen ja siitä sopiminen yksittäisten työntekijöiden kanssa	13
Työpaikan biomonitorointiohjelman hallinnointi	14
Keihin biomonitorointi tulisi kohdistaa?	14
Biomonitorointimenetelmien valinta	14
Testiparametrin valinta	14
Näytteenotto	15
Laadunvarmistus	18
Mitkä tekijät on otettava huomioon tulkittaessa työhön liittyvän biomonitoroinnin tuloksia?	18
Biomonitorointi ennaltaehkäisyssä	19
Toimet terveysongelman tai biologisen raja-arvon ylittymisen yhteydessä	19
Terveystilan seuranta ja biomonitorointi altistumisen päättymisen jälkeen	20
Tietojen säilyttäminen	20
Henkilökohtaiset tiedot	20
Kollektiiviset tulokset	22
Tiedottaminen biomonitoroinnin tuloksista asianomaisille osapuolille	22
Työntekijöille annettavat tiedot	23
Työnantajalle annettavat tiedot	24
Kustannukset	25
Työntekijöille annettavat tiedot	26
Milloin tarvitaan terveystilan seuranta, kuten biomonitorointia?	26
Kuka suorittaa biomonitorointia ja seuraa terveyttäni?	26
Työnantajasi kertoo, kuka tekee mahdolliset biomonitoroinnit tai terveystilan seurannan.	27
Kuka maksaa biomonitoroinnin tai terveystilan seurannan?	27
Mikä on biomonitorointiraportti ja mitä se sisältää?	27
Pitääkö minun osallistua terveystilan seurantaan ja biomonitorointiin?	28
Lähteet	29
LIITE 1	30
Testiparametrin valinta	30

Johdanto

Tämä opas on tarkoitettu työhygieenikoille, työterveyshuollon (ja työturvallisuuden) ammattilaisille ja johtajille, jotka harkitsevat työpaikan kemikaalialtistusta koskevan biomonitorintiohjelman aloittamista ja/tai hallinnointia. Siitä voivat hyötyä myös työntekijöiden edustajat sekä työterveys- ja turvallisuusedustajat. Sen on laatinut Euroopan työterveys- ja työturvallisuusvirasto (EU-OSHA) Euroopan komission pyynnöstä, ja siinä esitetään työn biomonitoroinnin yleiset periaatteet.¹ On kuitenkin tärkeää, että käyttäjät tarkistavat heihin sovellettavan kansallisen työturvallisuus- ja työterveyslainsäädännön, joka voi olla yksityiskohtaisempi tai tiukempi.

Opas perustuu kansallisiin ja kansainvälisiin ohjeasiakirjoihin, jotka on lueteltu lähteissä. Siinä annetaan käytännön neuvoja ohjelman perustamisesta ja työntekijöiden oikeuksien suojelemisesta, selitetään EU:n lainsäädännön sisältöä sekä biomonitoroinnin ohjearvojen ja biologisten raja-arvojen roolia ja käyttöä ja annetaan tietoa siitä, miten työn biomonitorointia käytetään ennaltaehkäisyyn parantamiseen työpaikoilla tutkimustarkoitusten tai biomonitorointimenetelmien kehittämisen sijaan. Kansallisella tai alakohtaisella tasolla voi olla saatavilla yksityiskohtaisempia ohjeita. Sen vuoksi on suositeltavaa tarkistaa kaikki kansalliset säännökset, standardit tai ohjeet, joissa esitetään yksityiskohtaisesti kansalliset vaatimukset.

Koska biomonitorointiin kuuluu yksityishenkilöiltä kerättyjen biologisten näytteiden mittaamista, on tärkeää, että näytteen antavan henkilön oikeudet turvataan. Oppaassa selitetään, miten voidaan perustaa tehokas biomonitorintiohjelma työpaikalla ja suojella samalla yksittäisten osallistujien oikeuksia.

Oppaassa käsitellään biomonitoroinnin käyttöä työpaikalla tapahtuvan kemikaalialtistuksen yhteydessä altistumisen arviointia ja terveyden seurantaa varten, myös onnettomuuksien ja kemikaalivuotojen yhteydessä. Sen tarkoituksena ei ole antaa yksityiskohtaisia neuvoja biomonitoroinnin käytöstä muilla aloilla, esimerkiksi yliannostustutkimuksissa tai ennen työsuhteen alkamista tehtävissä seulonnoissa ja ympäristötutkimuksissa. Jotkin periaatteet ja tekniset tiedot ovat kuitenkin yhteisiä näille muille käyttötarkoituksille.

Määritelmät

Seuraavassa jaksossa on määritelty joitakin koko asiakirjassa käytettyjä käsitteitä.

Terveydentilan seuranta

Terveydentilan seurannalla tarkoitetaan näissä ohjeissa seurantaa, jonka tarkoituksena on tunnistaa henkilön terveydentilassa tapahtuvat muutokset, jotka johtuvat altistumisesta tietyille aineille. Työntekijöiden terveydentilan seuranta liittyy vahvasti työpaikan riskinarvioinnin tuloksiin, jotka antavat viitteitä mahdollisista altistuksista sekä altistumisen mahdollisista terveysriskeistä. Terveydentilan seuranta työssä olisi toteutettava sellaisen pätevän lääkärin toimesta tai valvonnassa, jolla on kokemusta työterveysseurannasta. Vaarallisille kemikaaleille altistumisen arvioinnissa käytetään erityyppisiä terveyden seurantamenettelyjä, joita ovat muun muassa seuraavat:

- **Haastattelukysymykset:** Työntekijälle esitetään kysymyksiä aiemmasta työhistoriasta, lääketieteellisestä historiasta ja altistukseen liittyvistä oireista. Haastatteluun voi myös sisältyä kysymyksiä työntekijöiden tavasta tehdä työtään, työntekijöiden henkilökohtaisesta hygieniasta ja henkilökohtaisten suojavarusteiden käytöstä työssä tai siitä, missä he syövät työpaikalla. Kaikista näistä kysymyksistä saadaan tietoa, jonka avulla voidaan arvioida nykyistä tai aiempaa altistumista vaarallisille kemikaaleille ja tunnistaa altistuneisiin työntekijöihin kohdistuneet mahdolliset terveysvaikutukset.
- **Lääkärintarkastus:** Tähän sisältyy kliinisten ja lääketieteellisten vakioarviointien, testien ja tekniikoiden käyttö varhaisten, akuuttien tai pitkän aikavälin terveysvaikutusten esiintymisen arvioimiseksi, usein tietyin väliajoin. Siihen voi sisältyä sairaushistorian arviointi ja kliininen

¹ Neuvoston direktiivi 98/24/EY, annettu 7 päivänä huhtikuuta 1998, työntekijöiden terveyden ja turvallisuuden suojelemisesta työpaikalla esiintyviin kemiallisiin tekijöihin liittyviltä riskeiltä. Saatavana osoitteessa <https://osha.europa.eu/en/legislation/directives/75>

tutkimus. Tarkastukseen voi sisältyä myös testejä, kuten spirometria (keuhkojen toiminnan testaamiseksi) ja esimerkiksi rintakehän röntgenkuvaus.

- Työntekijöille tulisi myös ilmoittaa, kenelle he voivat ilmoittaa mahdollisista oireista, ja terveystarkastuksesta vastaavan lääkärin tulisi seurata oireita, jotta voidaan arvioida, onko niillä yhteyttä työperäiseen altistumiseen.

Näiden ohjeiden mukaisella terveydentilan seurannalla tarkoitetaan yksittäisen työntekijän arviointia, jotta voidaan määrittää kyseisen henkilön terveydentila, joka liittyy altistumiseen tietyille kemiallisille tekijöille työssä tai altistumiseen tietyille työprosesseille, syöpää aiheuttaville aineille, perimää vaurioittaville aineille tai lisääntymismyrkyllisille aineille (CMR-aineet). Terveydentilan seuranta koskevat säännökset esitetään EU:n direktiiveissä², ja yksityiskohtaisempia säännöksiä on voitu sisällyttää kansalliseen lainsäädäntöön, käytännössäntöihin tai ohjeisiin. Asianmukainen terveydentilan seuranta voi sisältää biomonitorointia. Tulisi varmistaa, että työntekijöiden terveydentilan seuranta vastaa heidän työssä kohtaamiaan riskejä, ja että vaatimukset ja vastuut määritellään kansallisessa lainsäädännössä. Kansallinen terveydenhuoltojärjestelmä voi tarjota terveydentilan seuranta.

Biologinen seuranta / biomonitorointi

Käsitettä biomonitorointi käytetään sekä työterveyden että ympäristöterveyden alalla. Seuraavassa biomonitorointi määritellään työhön liittyvän seurannan yhteydessä. Näiden ohjeiden soveltamisalaan eivät kuulu psykoaktiivisten aineiden käytön havaitsemiseksi tehtävät seulontatestit. Biomonitorointia käytetään yleisimmin kemikaaleille altistumisen arviointiin, mutta sitä käytetään myös muihin kuin kemiallisiin altistuksiin.

- **Biologisen altistumisen seurannassa**, josta käytetään yleisesti nimitystä biomonitorointi, henkilöltä saadusta biologisesta näytteestä mitataan ainetta tai sen metaboliitteja (aineenvaihduntatuotteita). Yleisimpiä näytetyyppejä ovat seerumi, veri ja virtsa, mutta lähinnä tutkimuskäytössä on myös useita muita näytetyyppejä, kuten sylki, hiukset, hiki ja uloshengitys. Käytettävä näytteen tyyppi määräytyy ensisijaisesti sen mukaan, mitä ainetta seurataan, mutta jos vaihtoehtoja on useita, niiden kokoamisessa on otettava huomioon invasiivisuuden eri tasot ja erilaiset altistumisen aikaikkunat. Usein biomonitoroinnissa kvantifioidaan näytteessä oleva kiinnostava aine, mutta joskus on tarkoituksenmukaisempaa mitata biotransformaatiotuotetta (metaboliitti tai reaktiotuote DNA:n tai proteiinin kanssa, niin sanottu additiotuote tai addukti).³ Ihannetapauksessa hyvän biomarkkerin tulisi kuvastaa sisäistä annosta, olla riittävän herkkä havaitsemaan merkitykselliset altistumistasot ja olla spesifinen yksittäiselle aineelle (tai läheisesti toisiinsa liittyvien aineiden ryhmälle).
- **Biologisten vaikutusten seuranta** on kemikaalien imeytymisen aiheuttamien varhaisten biologisten vaikutusten mittaamista ja arviointia ennen kuin altistuneille työntekijöille aiheutuu terveyshaittaa. Siihen kuuluu tavallisesti biokemiallisten vasteiden mittaaminen – esimerkiksi



Kuva: wirestock, Freepik

² Neuvoston direktiivi 89/391/ETY, annettu 12 päivänä kesäkuuta 1989, toimenpiteistä työntekijöiden turvallisuuden ja terveyden parantamisen edistämiseksi työssä (puitedirektiivi); direktiivi 98/24/EY, annettu 7 päivänä huhtikuuta 1998, työntekijöiden terveyden ja turvallisuuden suojelemiseksi työpaikalla esiintyviin kemiallisiin tekijöihin liittyviltä riskeiltä (neljästoista direktiivin 89/391/ETY 16 artiklan 1 kohdassa tarkoitettu erityisdirektiivi) – CAD; direktiivi 2004/37/EY, annettu 29 päivänä huhtikuuta 2004, työntekijöiden suojelemiseksi syöpäsairauden vaaraa aiheuttaville tekijöille, perimän muutoksia aiheuttaville aineille tai lisääntymiselle vaarallisille aineille altistumiseen työssä liittyviltä vaaroilta (kuudes neuvoston direktiivin 89/391/ETY 16 artiklan 1 kohdassa tarkoitettu erityisdirektiivi) – CMRD.

³ Näillä metaboliiteilla ja additiotuotteilla on lisäarvoa, koska ne kuvastavat kiinnostavan aineen biosaatavuutta ja aktivoitumista.

mittaamalla plasman ja erytrosyytti-koliiniesteraasin aktiivisuutta orgaanisille fosforitorjunta-aineille altistuneilla työntekijöillä tai mittaamalla virtsan proteiinipitoisuuden kasvua kadmiumille altistumisen jälkeen. Näillä reaktioilla voi olla mahdollisia vaikutuksia yksilön terveyteen, ja ne voivat johtua muusta kuin työperäisestä altistumisesta. Näin ollen biologisten vaikutusten seuranta ammattiympäristössä olisi aina toteutettava työterveyslääkärin valvonnassa. Vaikutuksen biomarkkereita käytetään pääasiassa tutkimuksessa tai kliinisissä arvioinneissa.

Testiaineen tai biomarkkerin valinta riippuu suurelta osin aineen biokemiallisesta käyttäytymisestä elimistössä. Tavoitteena on arvioida työntekijöiden altistumista ja terveysriskejä. Tämä tehdään yleensä vertaamalla analyysituloksia asianmukaisiin biologisen arvioinnin arvoihin. Arvioinnin perusteella voidaan ehdottaa asianmukaisia ennaltaehkäiseviä toimenpiteitä (teknisen, organisatorisen ja henkilökohtaisen ennaltaehkäisyn parantaminen) terveysriskien vähentämiseksi.

Biologinen raja-arvo

Biologisella raja-arvolla (BLV) tarkoitetaan soveltuvassa biologisessa väliaineessa olevan asianomaisen tekijän, sen aineenvaihduntatuotteen tai vaikutusindikaattorin pitoisuuden rajaa.⁴ Biologiset raja-arvot ovat viitearvoja mahdollisten terveysriskien arvioimiseksi työterveyskäytännössä. Biologinen raja-arvo on ohje tällaisten riskien hallitsemiseksi, eikä sitä pitäisi käyttää muihin tarkoituksiin. Jos biologiset pitoisuudet ylittävät toistuvasti biologisen raja-arvon tai jos useat samassa työpaikassa työntekijäryhmästä saadut mittaukset ylittävät biologisen raja-arvon, on tutkittava liian korkeiden arvojen syy ja ryhdyttävä asianmukaisiin toimiin altistumisen vähentämiseksi.

Sitovat biologiset raja-arvot voidaan laatia EU:n tasolla (esimerkiksi lyijyn ja sen ioniyhdisteiden osalta) tai kansallisella tasolla toksikologisen arvioinnin ja sopivien mittaustekniikoiden saatavuuden perusteella, ja niissä on otettava huomioon toteutettavuustekijät, mutta samalla on pidettävä kiinni tavoitteesta taata työntekijöiden terveys. Tällaiset biologiset raja-arvot voidaan vahvistaa direktiiveissä saatavilla olevien tietojen, myös tieteellisten ja teknisten tietojen, sekä muiden asiaankuuluvien terveysseurantatietojen perusteella.⁵ Kaikille sellaisille kemiallisille tekijöille, joille on vahvistettu sitova EU:n biologinen raja-arvo, jäsenvaltioiden on vahvistettava sitova kansallinen biologinen raja-arvo, joka perustuu EU:n raja-arvoon mutta ei ylitä sitä.⁶

Biologinen ohjearvo

Jos toksikologiset tiedot eivät tue terveysperusteista biologista raja-arvoa, voidaan vahvistaa biologinen ohjearvo (BGV). Biologiset ohjearvot edustavat kemiallisen tekijän tai jonkin sen aineenvaihduntatuotteen ylintä pitoisuutta missä tahansa soveltuvassa biologisessa väliaineessa, joka vastaa tiettyä osuutta (yleensä 90. tai 95. persentiiliä) määritetyssä vertailupopulaatiossa, yleensä koko väestössä tai työssäkäyvien aikuisten ryhmässä (joka edustaa niiden työntekijöiden väestöä, jotka eivät altistu tekijälle työssä). Jos taustapitoisuuksia ei voida havaita, biologinen ohjearvo voi vastata biomonitorointimenetelmän toteamisrajaa (LOD) tai määritysrajaa (LOQ), joka on tällöin määriteltävä asiakirjassa.

Niistä voi olla hyötyä työntekijöille, työnantajille ja työterveyslääkäreille, kun he käsittelevät työntekijöiden suojeluun liittyviä kysymyksiä ilman biologisia raja-arvoja, sillä jos ne ylittyvät, ne voivat olla osoitus altistumisesta työssä. Toisin kuin biologiset raja-arvot, biologiset ohjearvot eivät ole terveyslähtöisiä, joten ne eivät aseta rajaa terveydelle haitallisten vaikutusten puuttumiselle tai esiintymiselle.

⁴ Neuvoston direktiivi 98/24/EY (CAD), 2 artiklan e alakohta; direktiivi 2004/37/EY (CMRD), 2 artiklan d alakohta.

⁵ CAD, 3 artiklan 6–7 kohta; CMRD, 16 artiklan 3 kohta.

⁶ CAD, 3 artiklan 5 kohta.

Taustaa

Työnantajien on arvioitava kaikki työntekijöiden turvallisuus- ja terveysriskit, jotka johtuvat kemiallisten tekijöiden läsnäolosta työssä, ja määriteltävä ennaltaehkäisevät toimenpiteet, jotka on toteutettava riskien poistamiseksi tai vähentämiseksi mahdollisimman pieniksi. Mahdollisen terveydentilan seurannan tulokset on otettava huomioon, ja työpaikan riskinarviointia on tarkistettava, jos se paljastaa työntekijöille aiheutuvan riskin.

Terveydentilan seuranta toteutetaan tällä hetkellä enimmäkseen tapauskohtaisesti. Terveydentilan seuranta ja biomonitorointia koskevat vaatimukset vahvistetaan kansallisessa lainsäädännössä tapauksissa, joissa työntekijöiden terveyteen kohdistuu riskejä. Terveydentilan seuranta on tarpeen, jos:

- työntekijän altistuminen vaaralliselle kemialliselle tekijälle on sen kaltaista, että altistumiseen saattaa liittyä tunnistettava sairaus tai haitallinen terveysvaikutus
- on todennäköistä, että sairaus tai vaikutus ilmenee työntekijän nimenomaisissa työolosuhteissa, ja
- tutkimusmenetelmä ei aiheuta merkittävää riskiä työntekijöille.

Lisäksi on oltava olemassa tehokkaita menetelmiä sairauden tai vaikutuksen oireiden toteamiseksi.⁷

Lisäksi voidaan arvioida yksilöllisiä ominaisuuksia (esim. jo olemassa olevat sairaudet ja erityiset terveysominaisuudet), jotka saattavat lisätä sen todennäköisyyttä, että työntekijä sairastuu altistumiseen liittyvään terveysvaikutukseen tai sairauteen.

EU:n direktiiveissä on asetettu vaatimuksia, joissa säädetään pakollisesta terveydentilan seurannasta tietyissä olosuhteissa. Jos sitova biologinen raja-arvo on vahvistettu EU:n tasolla,⁸ terveydentilan seuranta on pakollista kyseisen vaarallisen kemiallisen tekijän, prosessin tai syöpää aiheuttavan, perimää vaurioittavan tai lisääntymismyrkyllisen aineen parissa tehtävässä työssä. Työntekijöille on ilmoitettava terveydentilan seuranta koskevasta vaatimuksesta, ennen kuin heille annetaan tehtävä, jossa on altistumisriski.⁹ Jäsenvaltioiden on sisällytettävä nämä vaatimukset kansalliseen lainsäädäntöönsä. Näissä tapauksissa tarvitaan biomonitorointia.

Työntekijöiden terveydentilan seurannasta vastaavan lääkärin tai viranomaisen on tunnettava kunkin työntekijän altistusolosuhteet. Joissakin tapauksissa työntekijöiden terveydentilan seurannasta vastaava lääkäri tai viranomainen voi ilmoittaa, että terveydentilan seuranta on jatkettava altistumisen päättymisen jälkeen niin kauan kuin hän katsoo sen tarpeelliseksi asianomaisen työntekijän terveyden turvaamiseksi.¹⁰

Suhde ilmanlaadun seurantaan¹¹

Biomonitorointia voidaan käyttää altistumisen arvioinnissa muiden työhygieniamittaustekniikoiden, kuten ilmanäytteenoton, pintapyyhkäisyyn tai ihon kontaminaation arvioinnin, tai ammatillisen tiedon ja havainnoinnin ohella. Biomonitorointi voi antaa arvokkaan panoksen altistumisen seurantaan olosuhteissa, joissa pelkät ilmanäytteet eivät välttämättä anna luotettavaa näyttöä altistumisesta esimerkiksi silloin, kun ihon kontaminaatio on mahdollista suoran kosketuksen tai kontaminoituneiden vaatteiden/pintojen kautta. Sitä voidaan myös käyttää tukemaan toteutettuja ehkäiseviä toimenpiteitä sisällyttämällä se työpaikan riskinarviointiin ja ehkäisevien toimenpiteiden arviointiin.

Työperäisen altistumisen biomonitorointi ja ulkoisen altistumisen seuranta ovat erilaisia ja toisiaan täydentäviä lähestymistapoja työperäisen kemiallisille tekijöille altistumisen arvioimiseksi. Ne ovat molemmat olennainen osa kemiallisten riskien arviointia.

⁷ CAD, 10 artiklan 1 kohta.

⁸ CAD, liite II tai CMRD, liite IIIa.

⁹ CAD, 10 artiklan 1 kohta; CMRD, 11 artiklan 2 kohta.

¹⁰ CMRD, 14 artiklan 1 kohta.

¹¹ Ilmanlaadun seuranta työntekijän altistumisen määrittämiseksi tarkoittaa ilman epäpuhtauksien pitoisuuden mittaamista työntekijöiden hengitysvyöhykkeellä henkilökohtaisella näytteenottimella tavanomaisen työtehtävän aikana, rutiinitauot mukaan lukien.

Työperäisen altistumisen raja-arvot (OEL) ja biologiset raja-arvot koskevat yleensä, mutta eivät välttämättä (esim. ärsyttävien tai syövyttävien aineiden tapauksessa), samoja kriittisiä terveysvaikutuksia. Ne voivat kuitenkin koskea myös erilaisia terveysvaikutuksia, jolloin ne johdetaan eri tavoin. Ne täydentävät toisiaan, koska ilmanlaadun seuranta kattaa vain hengitysteitse tapahtuvan altistumisen, kun taas biomonitorointi kattaa kaikki altistumisreitit (hengitysteiden, ihon ja suun kautta tapahtuva altistuminen), mutta ne eivät korvaa toisiaan. Biologinen raja-arvo voidaan johtaa toksikologisen arvioinnin perusteella, kuten biomarkkerin pitoisuuden ja kemiallisen tekijän kriittisen vaikutuksen välisen suhteen perusteella, mutta toinen vaihtoehto on johtaa biologinen raja-arvo työperäisen altistumisen raja-arvosta aineen ilmassa kulkeutuvan pitoisuuden ja sen biomarkkerin tason välisten todettujen korrelaatioiden perusteella. Tämä tehdään yleensä EU:n tai kansallisella tasolla. Jälkimmäisessä tapauksessa biomonitoroinnin tulosten vertaaminen biologiseen raja-arvoon kertoo ensisijaisesti työperäisen altistumisen raja-arvon noudattamisesta.

Biomonitoroinnin soveltamiskriteerit

Tässä jaksossa selitetään biomonitoroinnin soveltamisen etuja tai haittoja sekä olosuhteita, joissa se on erityisen hyödyllistä. Siinä selitetään myös, että biomonitorointi voi olla osa työhön soveltuvuuden / työkyvyn arviointia, josta säädetään joidenkin EU:n jäsenvaltioiden lainsäädännössä.

Biomonitoroinnin vahvuudet ja rajoitukset

Biomonitorointi soveltuu erityisesti

- jos on mahdollista, että iho joutuu suoraan kosketukseen sellaisten vaarallisten aineiden kanssa, jotka voivat imeytyä ihon läpi toksikologisesti merkittävänä määrinä (esimerkiksi orgaaniset liuottimet, kuten dimetyyliformamidi [DMF], dimetyyliasetamidi [DMA] ja tolueeni); nämä aineet voidaan merkitä ihoa koskevalla merkinnällä¹² työperäisen altistuksen raja-arvojen luetteloissa
- kun vaarallisille aineille suun kautta altistumisella voi olla merkitystä
- kun altistutaan vaarallisille aineille, joiden biologinen puoliintumisaika on pitkä, eli aineille, jotka poistuvat elimistöstä hitaasti, tai aineille, jotka voivat kertyä elimistöön
- tapauksissa, joissa vaarallisia aineita on vaikea havaita ilmanlaadun mittauksen avulla (korjaustyöt, huoltopalvelut, ulkotyöt, vaihtelevat sisäilman pitoisuudet, usein vaihtuvat aineet eräkäytössä, rajoitukset, jotka kieltävät ilmanäytteenottolaitteiden käyttöönoton työtiloissa, kuten puhdastiloissa ja tartunnoista vapailla alueilla)
- (työ)olosuhteisiin, jotka edistävät ihon kautta imeytymistä (esimerkiksi korkea lämpötila, aineiden seokset, ihosairaudet ja hengittämättömät työvaatteet)
- kun sisäinen altistuminen vaarallisille aineille voi muuttua fyysisessä työssä kasvaneen hengitystilavuuden tai -tiheyden takia
- epätavanomaisiin työaikajärjestelyihin (esimerkiksi yli kahdeksan tuntia päivässä, yli viisi päivää viikossa)
- kun altistumista ei voida arvioida ulkoisilla (anturi-)mittauksilla ja
- kun työntekijä on riippuvainen henkilökohtaisista suojelutoimenpiteistä altistumisen vähentämiseksi.

Biomonitoroinnin etuna on, että siinä otetaan huomioon

- kaikki kemiallisen tekijän imeytymisreitit: sisäänhengitys, ihon kautta imeytyminen ja nieleminen
- altistuksen ominaisuudet (työntekijöiden hengitysvirtaus, ympäristön lämpötila, fyysinen rasitus, henkilönsuojainten käyttö, henkilökohtainen hygienia jne.) ja altistuneiden henkilöiden

¹² Ihoa koskevan merkinnän tarkoituksena on osoittaa, että ihokosketusta on vältettävä kaasuna, kiinteänä tai nestemäisenä esiintyvän aineen kanssa, joka voi imeytyä ihon läpi. Aineet voidaan merkitä ihoa koskevalla merkinnällä esimerkiksi työperäisen altistumisen raja-arvojen kansallisissa luetteloissa.

yksilölliset erityispiirteet (ihon eheys, maksan tai munuaisten patologia, aineenvaihduntatyyppi jne.)¹³

- kaikki työperäisen ja muun altistuksen lähteet. Joissakin tapauksissa yleisestä ympäristöstä johtuva altistuminen voi kuitenkin vaikuttaa merkittävästi työperäiseen altistumiseen, minkä vuoksi työterveys- ja työturvallisuusasiantuntijoiden on vaikeaa tunnistaa altistumisen lähteitä ja häiriöitä.

Altistumisen ja/tai siihen liittyvien biologisten raja-arvojen tai ohjearvojen validoitujen biomarkkereiden määrä on kuitenkin rajallinen. Rajallisella mutta kasvavalla määrällä kemikaaleja on arvoja, joita voidaan käyttää mitattujen biomarkeripitoisuuksien tulkitsemiseen terveysriskin tai ulkoisen altistumisen ohjearvojen yhteydessä.

Työperäisen kemikaalialtistuksen biomonitorointia ei pitäisi käyttää terveysriskien arviointiin ja seurantaan, jos kemiallisella tekijällä on kriittisiä vaikutuksia, jotka ovat ainoastaan paikallisia ja/tai joilla on ärsyttävä tai allerginen vaikutusmekanismi tai joiden vaikutukset johtuvat pikemminkin altistuspiikeistä kuin keskimääräisestä tai kumulatiivisesta altistumisesta.

Vahingossa tapahtuva altistuminen

Biomonitorointia voidaan käyttää myös vahingossa tapahtuneen vaarallisille aineille altistumisen, esimerkiksi liuotinvuotojen, jälkeen, erityisesti jos työpaikan ilmanalan mittauksia ei ole saatavilla. Tulokset on mahdollisesti arvioitava tapauskohtaisesti, koska altistumisolosuhteet eivät välttämättä ole samat kuin biologisen raja-arvon perustana olevat olosuhteet. Niiden määrittely perustuu keskimääräiselle altistumiselle kahdeksan tuntia päivässä, viitenä päivänä viikossa.

Soveltuvuus työhön / työkyky, terveydentilan seuranta ja biomonitorointi

Joissakin maissa työntekijöillä voi olla lakisääteinen velvollisuus osallistua perusterveydentilan seurantaan, ennen kuin he aloittavat työskentelyn kemikaalien kanssa. Tarvittavat testit voivat vaihdella, ja niihin voi sisältyä biomonitorointia, yleensä virtsasta tai verestä. Joissakin tapauksissa työterveyslääkärit voivat suositella, ettei työntekijän anneta työskennellä tietyn kemikaalin kanssa jo olemassa olevien terveysongelmien vuoksi (esim. munuaisten vajaatoiminta ja kadmiumille altistuminen). Munuais- ja maksasairaudet voivat heikentää kemikaalien ja/tai niiden metaboliittien poistumista elimistöstä. Siksi mitattujen biomarkkereiden tulokset voivat olla harhaanjohtavia. Lisäksi jotkin kemikaalit, jotka eivät yleensä ole biokertyviä, voivat tässä tapauksessa kerääntyä elimistöön.

Terveydentilan seuranta ja biomonitorointi voivat myös olla osa säännöllistä työhön soveltuvuuden / työkyvyn tarkastusta, ja voi olla tapauksia, joissa työhön soveltuvuutta / työkykyä ei vahvisteta tai se todetaan vain tietyin ehdoin. Näissä tapauksissa, esimerkiksi jos biologinen raja-arvo tai tietty raja-arvo ylittyy, biomonitoroinnin tiheyttä voidaan lisätä, työntekijä voidaan poistaa työtehtävistä tai hänelle voidaan suorittaa lisää lääketieteellisiä testejä. Työtehtävistä poistamista sovelletaan pääasiassa tapauksissa, joissa erittäin biokertyvien aineiden (kuten lyijyn tai kadmiumin) biomonitorointitulokset ylittävät biologisen raja-arvon.

Biomonitoroinnista tehtävät päätelmät

Biomonitoroinnin avulla voidaan tehdä päätelmiä seuraavista seikoista:

- niiden vaarallisten aineiden määrät, jotka imeytyvät hengittämällä, ihon kautta tai nielemällä (suun kautta)
- vaarallisten aineiden erityiset biokemialliset ja biologiset vaikutukset
- yksilölliset erot vaarallisten aineiden metaboliassa
- työntekijän suojelemiseksi toteutettujen ennaltaehkäisevien toimenpiteiden tehokkuus ja
- henkilökohtainen hygienia vaarallisia aineita käsiteltäessä.

Työperäisen kemikaalialtistuksen biomonitoroinnin käyttöönotto mahdollistaa

- kunkin altistuneen työntekijän tai työntekijäryhmän terveysriskien arvioinnin

¹³ On kuitenkin huomattava, että iho- ja erityisesti maksa- tai munuaissairauksista kärsivien työntekijöiden työperäinen altistuminen mille tahansa kemikaalille edellyttää perusteellista harkintaa.

- riskiryhmien tunnistamisen työpajassa, yrityksessä, ammatissa tai toimialalla
- altistumisen vähentämiseksi toteutettujen teknisten, organisatoristen ja henkilökohtaisten (yksilöllisten) suojelutoimenpiteiden tehokkuuden arvioinnin sekä
- yksilöllisen ja kollektiivisen työperäisen altistuksen jäljitettävyyden.

Eettiset kysymykset

Kansainvälinen työterveyskomissio (ICOH) on laatinut työterveyshuollon eettiset ohjeet.¹⁴ ICOH:n työterveysalan ammattilaisten eettisten sääntöjen mukaan biologiset testit ja muut tutkimukset on



Kuva: Freepik

valittava sen mukaan, ovatko ne perusteltuja ja merkityksellisiä asianomaisen työntekijän terveyden suojelun kannalta, ottaen asianmukaisesti huomioon tutkimusten herkkyys, spesifisyys ja ennustearvo. Työterveyshuollon ammattilaiset eivät saa käyttää seulontatestejä tai tutkimuksia, jotka eivät ole luotettavia tai joiden ennustearvo ei ole riittävä suhteessa työtehtävän vaatimuksiin.

Jos valinta on mahdollista ja tarkoituksenmukaista, etusijalle olisi aina asetettava ei-invasiiviset menetelmät ja tutkimukset, joista ei aiheudu vaaraa asianomaisen työntekijän terveydelle. Ei-invasiivisia testejä, kuten virtsanäytteenottoa, suositetaan

invasiivisten menetelmien, kuten verinäytteenoton, sijasta, jos ne ovat asianmukaisia ja ovat yhtä luotettavia ja tarkkoja. Joidenkin kemikaalien, kuten epäorgaanisen lyijyn, osalta saatetaan kuitenkin tarvita verinäyte. Invasiivista tutkimusta voidaan suositella vasta sen jälkeen, kun on arvioitu työntekijän saamat hyödyt ja häneen kohdistuvat riskit. Kuten minkä tahansa muun biomonitoroinnin osalta, tällainen tutkimus edellyttää työntekijän tietoon perustuvaa suostumusta, ja se on suoritettava korkeimpien ammatillisten standardien mukaisesti. Sitä ei voida perustella vakuutustarkoituksin tai vakuutuskorvausten yhteydessä (ICOH, 2014).

Biomonitorointiin kuuluu työntekijöiltä kerättyjen näytteiden analysointi. Tällaisten näytteiden keräämiseen, analysointiin ja tulosten raportointiin liittyy arkaluonteisia eettisiä kysymyksiä. Työterveyslääkäreillä ja työhygieenikoilla on ratkaiseva rooli tällaisten arkaluonteisten kysymysten käsittelyssä, ja heitä tulisi kuulla biomonitorointiohjelmaa laadittaessa ja erityisesti tulosten raportointimenettelyä laadittaessa. Työterveyslääkärin tulisi myös olla käytettävissä tulosten lääketieteellistä tulkintaa varten.

Koska kyse on henkilötiedoista, analyysien tulokset ja niiden arviointi kuuluvat lääketieteellisen salassapitovelvollisuuden piiriin. Yksilöllisiä tuloksia tulisi käsitellä henkilötietoina yleisen tietosuojasetuksen (GDPR) mukaisesti.¹⁵ Työntekijöiden anonymiteettiä ei saa vaarantaa analyysiin tai mittaukseen liittyviä erityisolosuhteita (esimerkiksi yksilöllinen työpiste) koskevilla tiedoilla.

Työhygieenikkoja, työterveyslääkäreitä ja -sairaanhoitajia sitovat heidän ammatillisten elintensä asettamat eettiset velvoitteet, joiden tehtävänä on varmistaa, että näitä periaatteita noudatetaan. Näin ei kuitenkaan välttämättä ole muiden biomonitorointiohjelmaan osallistuvien henkilöiden kohdalla. Sen vuoksi on tärkeää varmistaa, että kaikki biomonitorointiohjelmaan osallistuvat tahot ovat tietoisia tässä oppaassa esitetyistä periaatteista ja toimivat niiden mukaisesti.

¹⁴ Kansainvälinen työterveyskomissio (ICOH) on kansainvälinen valtioista riippumaton ammatillinen järjestö, jonka tavoitteena on tuottaa tieteellistä edistystä, tietämystä ja kehitystä työterveyden ja -turvallisuuden kaikilla osa-alueilla. Se perustettiin vuonna 1906 Milanossa pysyväksi työterveyskomissioksi. Yhdistyneet kansakunnat tunnustavat ICOH:n valtiosta riippumattomaksi järjestöksi, ja sillä on läheiset yhteistyösuhteet Kansainvälisen työjärjestön ja Maailman terveysjärjestön kanssa.

¹⁵ Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EU) 2016/679, annettu 27 päivänä huhtikuuta 2016, luonnollisten henkilöiden suojelusta henkilötietojen käsittelyssä sekä näiden tietojen vapaasta liikkuvuudesta ja direktiivin 95/46/EY kumoamisesta (yleinen tietosuojasetus), erityisesti sen 9 artikla: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A02016R0679-20160504&qid=1674485543249>

Suostumus

Terveydentilan seurannan työterveyteen liittyvät tavoitteet, menetelmät ja menettelyt sekä biomonitorointi, sekä terveydentilan seuranta että altistumisen arviointia varten, on määriteltävä selkeästi siten, että etusijalle asetetaan työpaikkojen mukauttaminen työntekijöitä varten. Työntekijöiden on saatava tietoa asiasta. Näiden menetelmien ja menettelyjen merkityksellisyyden ja perusteltavuuden tulisi olla saatavilla olevan tieteellisen näytön ja asiaankuuluvien hyvien käytäntöjen mukaista. Seuranta ja tutkimukset tulisi suorittaa työntekijöiden pakottamattomalla tietoon perustuvalla suostumuksella. Heille on annettava etukäteen täydelliset tiedot tutkimuksen suorittamisesta ja tavoitteista sekä analyysitulosten käytöstä. Seulonta-, biomonitorointi- ja terveysseurantaohjelmiin osallistumisen mahdollisista myönteisistä ja kielteisistä seurauksista tulee keskustella osana suostumusprosessia. Terveydentilan seuranta ja biomonitorointi on suoritettava kansallisten lakien ja käytäntöjen mukaisesti, yleensä toimivaltaisen viranomaisen hyväksymän työterveyshuollon ammattilaisen toimesta.

Kun biomonitorointia suoritetaan, menettely on selitettävä ja sen on oltava asianomaisten työntekijöiden hyväksymä (tietoinen suostumus).

On epäeettistä, että työterveyshuollon ammattilainen tekee biologiselle näytteelle muita kuin näytteenoton yhteydessä määriteltäviä lisätestejä ilman asianomaisten työntekijöiden tietoa ja suostumusta. Työntekijöille tulee ilmoittaa, että biomonitorointi on vapaaehtoista, tosin joissakin tapauksissa siitä saatetaan säätää laissa, ja että se on heidän etujensa mukaista. Lisäksi tulee ilmoittaa mitä altistumista arvioidaan, mitä näytteitä heidän on toimitettava, mitä näytteistä analysoidaan ja milloin ja miten tuloksista ilmoitetaan.

Työntekijöitä tulee kannustaa keskustelemaan biomonitorointiohjelmaan liittyvistä huolenaiheistaan. Jos työntekijä ei siltikään halua osallistua biomonitorointiin, työnantajien on noudatettava kansallisen lainsäädännön mukaisia velvollisuuksiaan, joihin voi kuulua työntekijän poistaminen työtehtävistä, joissa käsitellään vaarallista kemikaalia, ja heidän on ilmoitettava työntekijöille mahdollisista seurauksista, joita aiheutuu, jos he kieltäytyvät osallistumasta biomonitorointiohjelmaan. Kansallisessa lainsäädännössä ja toimialakohtaisissa sopimuksissa saattaa olla työntekijöiden suostumusta koskevia tarkempia vaatimuksia, jotka työnantajien on otettava huomioon.

Joissakin tapauksissa voi olla perusteltua ilmoittaa tuloksista henkilön omalääkärille. Tässä tapauksessa työntekijälle tulisi ensin antaa mahdollisuus nähdä tulokset, ja hänen on annettava suostumuksensa. Joissakin maissa kansallisesti määrättyä työntekijän oikeutta olla tietämättä ja olla saamatta tietoa tuloksista on myös käsiteltävä ja sitä on kunnioitettava.

Vaatimukset tahoille, jotka suorittavat terveydentilan seuranta ja biomonitorointia

Työhön liittyvän biomonitoroinnin suorittajana tulisi olla koulutettu lääkäri, mieluiten työterveyslääkäri, jolla on kokemusta työterveyden seurannasta ja altistumisen arvioinnista, tai biomonitorointi tulisi suorittaa tällaisen henkilön valvonnassa. Käytössä voi olla kansallisia vaatimuksia, jotka koskevat terveydentilan seuranta ja biomonitorointia suorittavan ja valvovan koulutetun terveydenhoitohenkilöstön ja/tai työterveyslääkäreiden koulutusta ja akkreditointia. Lääkärit voivat olla esimerkiksi yksittäisiä lääkäreitä lääkärivastaanotoilla, työterveyslääkäreitä, jotka työskentelevät työterveyteen erikoistuneissa organisaatioissa, tai he voivat tarjota erikoispalveluja ja testejä tietyillä terveysseurannan aloilla.

Näytteiden analysointia suorittavat laboratoriot voivat myös tarvita luvan tai sertifiointin, ja niiden on täytettävä tietyt vaatimukset, jotka koskevat esimerkiksi laadunvarmistusta, hyvän laboratoriokäytännön periaatteita ja/tai ISO-standardien, kuten testaus- ja kalibrointilaboratorioita koskevan ISO/IEC 17025 -standardin, noudattamista. Siksi on tärkeää tarkistaa kansalliset säädökset tai ohjeet. Luetteloita akkreditoiduista lääkäreistä ja laboratorioista voi olla olemassa myös kansallisella tasolla, tai ne voivat olla kansallisten viranomaisten laatimia.

Biomonitorointiohjelman perustaminen

Kuva: Freepik



Biomonitorointiohjelman perustamiseen voi osallistua useita toimijoita: työnantaja, työterveyslääkäri tai työterveyspalvelu, työhygieenikko, työterveyden ja -turvallisuuden ammattilaiset, analyysijä tekevät laboratoriot sekä työntekijät tai heidän edustajansa. Niillä on erilaiset roolit ja vastuut sekä erilainen pääsy biomonitoroinnista saatuihin tietoihin. Työnantajat, heidän edustajansa, työterveyslääkärit ja työterveyspalvelut tai työhygieenikot voivat käynnistää biomonitorointiohjelman. Tässä jaksossa selitetään, miten biomonitorointiohjelma laaditaan, ja esitellään joitakin prosesseja, joita tulee noudattaa, esimerkiksi työntekijöiden kuuleminen.

Jotta jokainen biomonitoroinnin täytäntöönpanon kohteena oleva henkilö (työntekijät, työnantajat, terveys- ja turvallisuuskomitea tai henkilöstön edustaja, laboratorio jne.) ymmärtäisi biomonitorointiin liittyvät haasteet, on suositeltavaa, että työterveysryhmä tai työterveyslääkäri antaa selkeää ja asianmukaista tietoa kaikille osapuolille.

Biomonitoroinnin vastuuhenkilön on oltava tehtävään pätevä. Työnantajien tulisi kysyä neuvoa työterveyslääkäriltä tai työterveyshuollosta. Kansallisessa lainsäädännössä tai standardeissa voidaan asettaa vaatimuksia siitä, milloin biomonitorointi on suoritettava, ja henkilöistä, jotka laativat tai toteuttavat biomonitorointiohjelman tai hallinnoivat sitä, sekä laboratorioista, jotka suorittavat analyysit. Sen vuoksi on suositeltavaa tarkistaa kansallinen lainsäädäntö mahdollisten pakollisten biomonitorointitoimenpiteiden ja niihin osallistuville asiantuntijoille asetettujen vaatimusten osalta.

Tietoa työnantajille, jotka haluavat perustaa biomonitorointiohjelman

On suositeltavaa, että työnantajat toimittavat kunkin biomonitorointiohjelman kohteena olevan työntekijän osalta seuraavat tiedot työterveyslääkärille tai muulle työterveys- tai työturvallisuusasiantuntijalle, joka suorittaa tai valvoo terveydentilan seuranta tai altistumisen arviointia, myös biomonitorointia, kansallisten vaatimusten ja käytäntöjen mukaisesti:

- työntekijän nimi, syntymäaika, syntymäsuupuoli ja nykyinen kotiosoite
- luettelo vaarallisista kemikaaleista, joille työntekijä mahdollisesti altistuu tai tulee altistumaan, sekä päivämäärät, jolloin työntekijä on viimeksi käyttänyt kyseisiä kemikaaleja tai saattanut altistua niille
- luettelo aiemmin käytetyistä kemikaaleista
- työ, jota työntekijä tekee tai aikoo tehdä, ja syy, miksi terveydentilan seuranta tai biomonitorointia vaaditaan
- jos työntekijä on aloittanut kyseessä olevan työn, kuinka kauan hän on tehnyt sitä
- kemikaalien käyttöturvallisuustiedotteet tai muut hyödylliset asiakirjat
- asiaankuuluvat työpaikan riskinarviointiraportit ja työpaikalla toteutetun ilmanlaadun seurannan tulokset. Nämä tiedot ovat ratkaisevan tärkeitä, jotta terveydenhuollon ammattilaisella on käsitys kaikista tilanteista, joissa altistuminen työpaikalla voi tapahtua. On huomattava, että työpaikan riskinarviointiraporttien on sisällettävä tietoa todennäköisestä altistumisesta työpaikalla, mukaan lukien käytössä olevat ehkäisevät toimenpiteet altistumisen vähentämiseksi, ja tutkimustulokset, joissa työpaikalla altistumista koskevat vaatimukset, kuten työperäisen altistuksen raja-arvot, on ylitetty.

Biomonitoroinnin tarkoituksen määrittely

Kansallisessa lainsäädännössä voidaan määritellä biomonitoroinnin tarkoitus, ja se voi liittyä terveydentilan seurantaan tai altistumisen arviointiin. Ne eivät ole toisiaan poissulkevia, mutta kansallisessa lainsäädännössä voidaan määritellä jompikumpi tarkoitus ensisijaiseksi tarkoitukseksi ja biomonitorointia voidaan toteuttaa näiden vaatimusten täyttämiseksi.

Keskeinen pohdittava kysymys on, onko biomonitoroinnista käytännön hyötyä kemikaalien aiheuttamien riskien arvioinnissa ja/tai kemikaaleille altistumisen valvonnassa. Edellisissä jaksoissa mainittujen kriteerien lisäksi biomonitoroinnin käyttöä altistumisen arvioinnissa tulisi harkita, kun kaikki seuraavat täyttyvät:

- se antaa tietoja niiden tietojen lisäksi, jotka ovat jo saatavilla säännösten noudattamisen ja ilmanlaadun seurannan kautta
- se tarjoaa sellaista hyödyllistä tietoa altistumisen arvioinnista, josta on apua ennaltaehkäisevien toimenpiteiden arvioinnissa
- on olemassa asianmukainen näytteenottostrategia ja analyysitekniikka, joka toteutetaan mieluiten ei-invasiivisesti (eli virtsasta tai hengitysilmosta veren sijasta, jos tehokkuus on vertailukelpoinen) ja
- tulosten tulkintaa varten on olemassa selkeät kriteerit, kuten biologinen raja-arvo tai viitearvo (jos viitearvoa ei ole saatavilla, voi olla järkevää käyttää muiden maiden standardeja).

Biomonitoroinnin tavoitteen tulisi myös olla johdonmukainen työhygieniaan liittyvien toimenpiteiden tavoitteiden kanssa tai tutkimuksen käynnistävän velvoitteen kanssa, kuten lakisääteisen vaatimuksen, joka koskee terveyden seurantaan tai työntekijän työhön soveltuvuuden / työkyvyn arviointia. Tavoite voi vaihdella: säännöllisten mittauksen käyttö työntekijöiden altistumisen jäljitettävyyden varmistamiseksi; uusiin työoloihin liittyvän altistumisen arviointi; sellaisten työpisteiden tai tehtävien tunnistaminen, jotka edellyttävät ennaltaehkäisyyn liittyviä ensisijaisia toimia; vaikutusten seurannan tarpeen arvioiminen ja potilastietojen dokumentointi ammattitaudista ilmoittamista varten. Onko tavoitteena mitata altistumista vai onko olemassa terveydentilan seurantaan koskeva velvoite, joka sisältää biomonitoroinnin?

Ohjelmaa koskeva kuuleminen työntekijöiden tai heidän edustajiensa kanssa

On tärkeää kuulla työntekijöitä suoraan tai heidän valitsemiensa edustajien kautta ennen biomonitorointiohjelman alkua tai kun tehdään suuria muutoksia. Jäsenvaltioissa voi olla erityisvaatimuksia, ja siksi on tärkeää tarkistaa kansallinen lainsäädäntö mahdollisten erityisvelvoitteiden osalta, jotka voivat vaihdella sen mukaan, onko kyseinen biomonitorointi pakollista työnantajalle. Joka tapauksessa on suositeltavaa, että kuulemiseen sisällytetään kaikki ohjelman osat. Voidaan esimerkiksi keskustella ja sopia järjestelyistä seuraavia varten:

- työntekijöiden suostumuksen saaminen näytteiden antamiseen ja niiden käsittelyyn työterveys- tai työhygieniahenkilöstön toimesta
- erityisen suostumuksen saaminen tulosten myöhempää julkistamista varten
- tiedon jakaminen työntekijöille aiheutuvista seurauksista, jos seurannan tulokset viittaavat siihen, että heidän altistumistaan on vähennettävä
- uusien työntekijöiden perehdyttäminen ja
- ohjelman säännöllinen uudelleentarkastelu.

On päätettävä, käytetäänkö biomonitorointiohjelmassa ryhmätietoja, henkilökohtaisia tietoja vai molempia, ja työntekijöiltä on pyydettävä asianmukainen suostumus. Ryhmän tulokset voivat antaa kokonaiskuvan sellaisten työntekijöiden ryhmästä, joiden altistus on samanlaista. Tästä voi olla hyötyä työpaikan yleisen valvonnan arvioinnissa. Altistumisen hallinnan varmistamisessa voi kuitenkin olla hyötyä myös yksilöllisten tietojen käytöstä.

On suositeltavaa, että työnantajat keskustelevat työntekijöiden kanssa yksityiskohdista ja kulloiseenkin tilanteeseen parhaiten soveltuvista lähestymistavoista. Työnantajan on myös selitettävä, missä olosuhteissa biomonitorointi on kansallisen lainsäädännön mukaan pakollista ja millä aikaväleillä ja miten biomonitorointi on toteutettava. Työnantaja voi myös pyytää työterveyshuollon tai lääkäreiden

tukea selityksiä varten. Työntekijät tai heidän edustajansa voivat antaa arvokkaan panoksensa kaikilla näillä aloilla ja auttaa varmistamaan, että ohjelma toteutetaan onnistuneesti.

Ohjelmasta keskusteleminen ja siitä sopiminen yksittäisten työntekijöiden kanssa

Kuten edellä mainittiin, koska biomonitorointiin kuuluu henkilön ruumiinnesteiden (tai muiden tietojen) mittaamista, on tärkeää varmistaa, että yksilön oikeuksia suojellaan. Tätä varten on varmistettava, että:

- työntekijät antavat tietoon perustuvan suostumuksen ennen näytteiden ottamista
- näytteitä analysoidaan ainoastaan niiden aineiden osalta, joiden tutkimiseen on annettu tietoon perustuva suostumus (tarvitaan tiukkoja tarkastuksia sen varmistamiseksi, että tätä noudatetaan)
- yksittäisiä mittauksia käsitellään luottamuksellisina, ja tulokset ovat ainoastaan sellaisten henkilöiden saatavilla, joille on annettu suostumus ja joilla on lain mukaan oikeus tai velvollisuus saada tietoonsa tällaisia tuloksia ja
- toimivaltainen ja valtuutettu henkilö, yleensä työterveyslääkäri tai työterveyspalvelu, toimittaa työntekijöille heidän tuloksensa ja selityksen siitä, mitä ne tarkoittavat, ennen kuin tuloksia välitetään kenellekään muulle.

On tärkeää varmistaa, että työntekijät ymmärtävät, mitä tehdään ja miten tuloksia käytetään. Kun yksittäisiltä työntekijöiltä haetaan tietoon perustuvaa suostumusta, on tärkeää antaa tietoa seuraavista:

- ohjelman tarkoitus (ja se, onko kyseessä oikeudellinen vaatimus)
- liittyykö se työhön soveltuvuuden / työkyvyn arviointiin
- asiaan liittyvät toimet (veri-/virtsa-/hengitysilmanäytteen tai muun näytteen ottaminen, testaustiheys ja se, mitä testejä tehdään) ja niihin liittyvät riskit
- mitä biomonitoriohjelmalla pyritään saavuttamaan ja mitä hyötyä siitä on
- heidän oikeutensa näytteen ottamisen ja tulosten käytön osalta
- tulosten tulkinta – tarvittaessa korostetaan, että tuloksilla ei välttämättä ole suoraa merkitystä heidän terveytensä kannalta, mutta ne antavat tietoa ennaltaehkäisevien toimenpiteiden tehokkuudesta
- kuka maksaa terveydentilan seurannan ja biomonitoroinnin
- tietojen säilyttämistä koskevat vaatimukset
- mitä toimia tulosten perusteella voitaisiin toteuttaa (mukaan lukien se, mitä vaikutuksia työntekijälle koituu tilanteessa, jossa tulokset viittaavat siihen, että hänen altistumistaan olisi vähennettävä) ja
- yksilön saama hyöty osallistumisesta ja mahdolliset seuraukset, joita hänelle aiheutuu osallistumatta jättämisestä.

On tärkeää, että suostumuslomake on laadittu yksinkertaisella ja selkeällä kielellä ja että henkilö, jolta suostumusta pyydetään, ymmärtää sen (ottaen huomioon mahdolliset luku- ja kirjoitustaidon tai kielitaidon esteet). Suostumuslomaketta tehdään kaksi kappaletta, yksi kappale jokaiselle lomakkeen allekirjoittajalle. Jokaisen henkilön on allekirjoitettava molemmat kappaleet.

Jos työntekijä antaa suostumuksensa näytteen antamiseen, on selvää, että ohjelman toteuttamiseen valtuutettu henkilö, yleensä työterveyslääkäri tai työterveyshuollon vastaava asiantuntija, saa tutustua henkilön tuloksiin. Kansallisella tasolla voidaan asettaa erityisiä luottamuksellisuusvaatimuksia. Yksittäisiä tuloksia on kuitenkin aina käsiteltävä yleisen tietosuoja-asetuksen mukaisina henkilötietoina, ja lääketieteellistä luottamuksellisuutta on kunnioitettava.

Joissakin maissa työntekijöillä voi olla lisäoikeuksia (oikeus peruuttaa suostumus milloin tahansa ja lopettaa osallistuminen biomonitoriohjelmaan, oikeus olla tietämättä biomonitoroinnin tuloksista). Siksi on tärkeää tarkistaa kansalliset säännökset ja ohjeet sekä työntekijöiden oikeuksien että työnantajien velvollisuuksien osalta.

Työpaikan biomonitorointiohjelman hallinnointi

Biomonitorointiohjelmasta vastaavan henkilön tai yksikön (yleensä työterveyslääkärin tai työterveyspalvelun yhteistyössä yhden tai useamman laboratorion kanssa) on esiteltävä menetelmät ja prosessit. Työterveyslääkärin tai työterveyshuollon tulisi osallistua menettelyjen laatimiseen, ja ihanteellisimmassa tapauksessa heidän tulisi hallinnoida tai valvoa ohjelmaa.

Keihin biomonitorointi tulisi kohdistaa?

Työpaikalla tehdyn riskinarvioinnin tulosten perusteella ja kaikkia lakisääteisiä vaatimuksia noudattaen tulisi selkeästi määritellä, kehen (mille työntekijöille) biomonitorointi kohdistetaan. Kaikkia henkilöitä, jotka mahdollisesti altistuvat aineille, jotka voivat olla vaarallisia terveydelle, voidaan harkita biomonitoroinnin kohteiksi. Myös harvinaiset tehtävät, jotka voivat johtaa suureen altistumiseen, kuten kunnossapito ja siivous, tulisi ottaa huomioon. Näytteenotto tulisi yleensä keskittää niihin työntekijöihin, jotka voivat altistua suoraan ja merkittävässä määrin. Sivulliset ja muut työntekijät voidaan joutua ottamaan huomioon tutkittaessa kohonneita tai odottamattomia altistuksia, mutta he eivät yleensä kuulu rutiiniseurantaohjelmiin.

Alihankinnan tai vuokratyövoiman käytön yhteydessä on tärkeää, että kyseisten yritysten työterveyslääkärit tai työterveyshuolto ovat yhteydessä tuotantoketjun alkupään yrityksen työterveyslääkäriin tai työterveyshuoltoon.

Biomonitorointimenetelmien valinta

Työterveyshuollon ammattilainen ja laboratorio päättävät yleensä sopivista menetelmistä, jotta testitulokset ovat tulkittavissa ja merkityksellisiä altistustilanteen kannalta. Joillakin hyväksytyillä tai sertifioiduilla menetelmillä on jo olemassa dokumentaatio, joka sisältää monia jäljempänä käsiteltyjä seikkoja (esimerkiksi näytteenottoaika, häiriötekijät). Esimerkiksi Maailman terveysjärjestö (WHO) ja Saksan MAK-valiokunta ovat julkaisseet ohjeet eri aineiden ja niiden metaboliittien tai lisäaineiden näytteenotto- ja analyysimenetelmistä. On tärkeää, että biomonitorointiohjelmasta vastaava henkilö on tietoinen kaikista terveysseuranta- ja biomonitorointia koskevista kansallisista vaatimuksista tai lakisääteisistä velvoitteista sekä kaikista biomonitorointia ja altistumisen arviointia koskevista ohjeista tai hyväksytyistä menetelmistä.

Käytetyt menetelmät on arvioitava ainakin vaaditun herkkyyden, spesifisyyden, biologisen merkityksen ja toteutettavuuden kannalta. On suositeltavaa hankkia yksityiskohtaiset tiedot näytteen keräämisestä, varastoinnista, kuljetuksesta, analysoinnista ja laadunvarmistuksesta analyysin suorittamiseen valitulta laboratoriolta ja laatia selkeät menettelyt.

Kuva: DC Studio, Freepik



Testiparametrin valinta

Testiparametri on kemiallinen aine, metaboliitti tai biologinen indikaattori (biomarkkeri), ja sen sisältö määritetään biologisessa materiaalissa. Biomonitorointiin soveltuvan testiparametrin on osoitettava luotettavasti, herkästi ja mahdollisimman tarkasti vaaralliselle aineelle altistuminen ja/tai sen vaikutus. Yleensä käytettävissä on menetelmä- ja viiteasiakirjoja, joihin voidaan viitata kansallisessa lainsäädännössä, erityisesti silloin, kun biomonitorointi koskee biologisen raja-arvon noudattamisen

valvontaa. Tietoa voi myös hakea esimerkiksi työterveyshuolto- tai työhygieniayhdistyksiltä tai työterveyslaitoksilta. Tässä yhteydessä on kuitenkin otettava huomioon joitakin perusnäkökohtia:

On suositeltavaa valita testiparametri, joka täyttää parhaiten seuraavat kriteerit:

- hyvä spesifisyys suhteessa tarkasteltavana olevaan kemialliseen tekijään
- herkkyys, joka on räätälöity odotettujen altistumistasojen mukaan
- vähäinen yksilön sisäinen vaihtelu
- biologinen näytteenotto, joka on ei-invasiivinen tai vain vähän invasiivinen
- valvottu näytteen stabiilius
- rutiininomaisesti saatavilla oleva validoitu analyysimenetelmä
- tunnetut suhteet terveysvaikutuksiin (annos-vaste- tai annos-vaikutussuhteet) tai, jos sellaisia ei ole, ulkoiseen altistumiseen
- asianmukainen eliminaatiokinetiikka, mikä tarkoittaa, että biomarkkerin on oltava mitattavissa muutoksen myötä ja edustettava altistumista ja
- biologisen raja-arvon tai asianmukaisten ohjearvojen (BGV) olemassaolo (väestössä, johon kohdistuu työperäistä altistumista ja/tai väestössä yleensä).

Kun yhdelle kemialliselle tekijälle on saatavilla useita testiparametreja, ne antavat joskus erilaisia tietoja altistumisesta ja/tai sisäisestä annoksesta. Valinta riippuu halutun tiedon luonteesta, ja voi olla hyödyllistä käyttää useita parametreja samanaikaisesti.

Joskus eri laboratoriot voivat tarjota samalle kemikaalille erilaisia testejä – laboratorio voi selittää, miksi sen suositeltu biomerkkiaine on perusteltu.

Lisätietoja biomonitoroinnin avulla arvioitavien parametrien valintakriteereistä on liitteessä.

Näytteenotto

Näytteenotto on kriittinen vaihe, ja sitä varten tulisi ottaa käyttöön menettely, jolla vältetään näytteiden kontaminoituminen (esimerkiksi liuottimien aiheuttama kontaminaatio käyttämällä vetyperoksidia alkoholidesinfiointiaineiden sijasta) ja otetaan näytteet standardoidulla tavalla. Menetelmässä, erityisesti mahdollisen biologisen raja-arvon valvonnassa, on ilmoitettava, milloin otos on kerättävä (esimerkiksi työvuoron lopussa, työviikon lopussa jne.). On tärkeää noudattaa analyysin tekevän laboratorion antamia asiantuntijaohjeita, sillä muuten tulokset voivat olla harhaanjohtavia. Näytteenotto on osa biomonitorointia koskevia menetelmäohjeita, ja on tärkeää tarkistaa kansalliset vaatimukset, esimerkiksi se, onko niissä määrätty tai suositeltu tiettyjä menetelmiä. Tarkempia tietoja näytteenottomenetelmän määrittelykriteereistä on liitteessä.

Kun vaatimukset täyttävä näytteenottostrategia on laadittu, on suositeltavaa säilyttää johdonmukaisuus sen varmistamiseksi, että biomonitorointitulokset kuvastavat altistumisen muutoksia eivätkä muutoksia näytteenottomenetelmissä.

Näytteenoton ajankohta

Koska joidenkin aineiden pitoisuus voi muuttua nopeasti, näytteen ottamisen ajankohta on hyvin tärkeää, ja näytteenoton päivämäärä ja aika on kirjattava. Kuvaukseen tulisi sisällyttää ohjeet näytteenoton ajoituksesta eli siitä, otetaanko näytteet työvuoron aikana, työvuoron lopussa vai muuna ajankohtana työviikon aikana. Työviikon alussa ennen työvuoroa otettuja näytteitä voidaan verrata työvuoron jälkeisiin otoksiin työviikon aikana tapahtuneiden kohonneiden arvojen havaitsemiseksi.

Altistumisreitti voi vaikuttaa siihen, kuinka nopeasti aine pääsee elimistöön. Biomonitoroinnissa arvioidaan altistumista kaikkien reittien kautta, mutta altistuminen hengitysteitse johtaa lähes välittömään imeytymiseen, kun taas nieltynä imeytyminen voi kestää noin tunnin. Sitä vastoin imeytyminen ihon kautta kestää yleensä useita tunteja. Todennäköisen altistusreitin huomioon ottaminen etukäteen, esimerkiksi työpaikan riskinarvioinnissa, voi näin ollen auttaa määrittämään parhaan ajankohdan näytteiden keräämiselle.

Näytteenottoajat määritetään myös kemikaalin retentioaikojen perusteella ihmiskehossa. Eliminaationopeus on tärkeä tieto, ja se voi vaihdella suuresti, muutamasta minuutista kuukausiin tai vuosiin. Useimmiten on suositeltavaa ottaa näyte pian altistuksen päättymisen jälkeen (esimerkiksi tunnin kuluessa). Monien muiden aineiden kohdalla eliminaationopeus mahdollistaa näytteiden

keräämisen työvuoron lopussa. Altistuminen voi kuitenkin kasautua peräkkäisten altistumispäivien aikana, ja voi olla tarkoituksenmukaista ottaa näyte viikon loppupuolella (tai peräkkäisten työvuorojen loppupuolella).

Joitakin aineita, kuten joitakin epäorgaanisia alkuaineita (metallit ja metalloidit, esimerkiksi lyijy) kuvataan biokertyviksi tai hitaasti hajoaviksi. Näyte kertoo yhteenlasketusta altistumisesta useiden viikkojen, kuukausien tai jopa vuosien aikana. Siksi voi olla tarpeen tehdä biomarkkerin pitoisuuden perusmittaus ennen työviikon tai työpäivän alkua, jotta voidaan määrittää, onko biomarkkerin pitoisuus noussut tutkittavan ajanjakson aikana. On otettava huomioon, että näiden hitaasti hajoavien aineiden vähentyminen kestää kauan altistumisen päättymisen jälkeen. Saattaa olla tärkeämpää ryhtyä toimiin varhaisessa vaiheessa, kun biokertyvien aineiden biomarkkeripitoisuudet alkavat nousta, kuin odottaa, kunnes ne alkavat ylittää ohjearvot.

Näytteiden spesifisyydet näytteenottokeinoon mukaan

Joitakin erityispiirteitä on otettava huomioon sen mukaan, mistä aineesta näyte kerätään.

Virtsanäytteen ottamisessa on tärkeää noudattaa seuraavia ohjeita:

- Käytä oikeanlaista kontaminoitumatonta astiaa ja varmista, että tarvittava määrä kerätään biomonitorointistrategian määrittelemänä ajankohtana.
- Pyydä työntekijöitä vaihtamaan työvaatteet ja pesemään kätensä ennen näytteen antamista, sillä muuten on mahdollista, että näyte kontaminoituu tahattomasti. Tämä on erityisen tärkeää silloin, kun altistumisen biomarkkeri on käytetty kemikaali (esimerkiksi metallien tapauksessa).

WHO on antanut ohjeet pätevistä virtsanäytteistä työperäistä seuranta varten. Jotkin biomonitoroinnin ohjearvot kemikaaleille, joiden pitoisuus riippuu virtsantuotannon määrästä, ilmaistaan suhteessa kreatiniinipitoisuuteen pistokoenäytteiden vaihtelevien laimennosten korjaamiseksi, koska virtsan pitoisuus voi vaihdella suuresti nesteen saannin ja nesteen menettämisen, esimerkiksi hikoilun, aiheuttamien muutosten vuoksi. Spesifit raja-arvot selitetään tämän ohjeen liitteessä.

Virtsan biomonitorointi ei sovellu henkilöille, joilla on vaikea munuaissairaus, joka vaikuttaa munuaisten puhdistumaan.

Verinäytteen ottaminen edellyttää suonen puhkaisemista, ja sen vuoksi näytteenottajaksi tarvitaan pätevä henkilö (lääkäri, pistämiseen perehtynyt sairaanhoitaja tai laboratoriohoitaja). Säiliön tyypin ja tilavuuden on oltava oikeanlaiset. Noudatettavia menettelyjä koskeviin neuvoihin kuuluu suoja-toimenpiteiden käyttö neulanpistotapaturmien, veren valumisen tai roiskumisen estämiseksi sekä näytteiden asianmukainen merkitseminen.

Taudinaiheuttajia, kuten hepatiitti B:tä ja ihmisen immuunivirusta (HIV), voi esiintyä veressä, syljessä, siemennesteessä ja muissa kehon nesteissä. Taudinaiheuttajat voivat tarttua terävän esineen vahinkopistoksesta, altistumalla avohaavojen, ihon hiertymien ja jopa ihotulehduksen tai aknen kautta sekä epäsuorasti joutumalla kosketuksiin saastuneen pinnan kanssa. Biologisille taudinaiheuttajille altistumisen mahdollisuutta voidaan vähentää viidellä keskeisellä tavalla:

- teknisiä kontrolleja, jotka sisältävät mekaanisia tai fyysisiä järjestelmiä, voidaan käyttää biologisten vaarojen poistamiseen. Esimerkkejä ovat bioturvallisuuskaapit ja turvaneulat.
- hyvät puhtaanapitomenettelyt, kuten työalueen siivous, ovat olennaisen tärkeitä kontaminaation välttämiseksi.
- asianmukaiset työkäytännöt ovat keskeisiä taudinaiheuttajille altistumisen minimoimiseksi, mukaan lukien hyvät henkilökohtaiset hygieniakäytännöt ja neulansuojuksen takaisinlaittamisen välttäminen.
- henkilösuojausten, kuten käsineiden ja maskien, käyttö.
- asianmukaiset rokotukset verinäytteenottoa ja verinäytteiden käsittelyä tekeville työntekijöille.



Kuva: Freepik

Tavanomaisia varotoimia on noudatettava kaikkien laboratorioon kerättyjen tai siellä vastaanotettujen biologisten näytteiden osalta. Siitä, sisältääkö jokin tietty näyte taudinaiheuttajia, ei voida olla varmoja. Sen vuoksi jokaista näytettä on käsiteltävä ikään kuin se olisi kontaminoitunut.

Verinäytteenottoon liittyvien lisäriskien vuoksi on suositeltavaa, että biomonitorointiin käytetään virtsatai hengitystestejä (eli ei-invasiivisia menetelmiä) aina kun se on mahdollista.

Uloshengitysilma otetut näytteet on otettava alueelta, jossa ei ole mitattavaa kemikaalia. Näytteet tulisi yleensä ottaa saastumattomalla alueella, jotta vältetään ilman, työvaatteiden, käsien ja muiden lähteiden aiheuttama saastuminen.

Näytteen merkinnät

Näyteastia on merkittävä. Yleensä nimi (tai muu yksilöllinen tunnistus) ja näytteen päivämäärä riittävät, mutta näytteen kellonaika voi olla tarpeen, jos näytteitä otetaan useita. Analyysin suorittava laboratorio on saattanut myös toimittaa näyteastiat. Joskus ne voivat sisältää lisäainetta, joka auttaa stabiloimaan näytteen, tai ne voidaan erityisesti valmistaa kontaminaation välttämiseksi. Laboratorio toimittaa tarvittavat tiedot.

Näytteen esikäsittely ja säilytys

Näytteiden kuljetus, esikäsittely ja varastointi ennen laboratorioon lähettämistä tulee jäsenellä pöytäkirjassa tai menettelyssä, sillä näytteet saattavat vaatia fraktiointia, konservointia ja/tai säilytystä esimerkiksi alhaisissa lämpötiloissa ennen analysointia.

Jos näytettä ei voida lähettää laboratorioon välittömästi, näytteet on säilytettävä asianmukaisesti lähetystä odottaessa. Esikäsittely- ja varastointiolosuhteita koskevaa neuvontaa voidaan saada analysoivasta laboratoriosta ja kansallisista ohjeista, jos niitä on saatavilla. Jos näytteitä varastoidaan säännöllisesti ja niiden lähettämisessä on viivettä, jolloin on vaarana, että suositeltu säilytysaika ylittyy, tulisi harkita sellaiseen testiparametriin vaihtamista, jonka näytteenottoaika on eri.

Näytteiden kuljetus

Biologisten materiaalien, myös tartuntavaarallisten aineiden, kuljetusta säännellään kansainvälisillä, alueellisilla tai kansallisilla säädöksillä, joita päivitetään säännöllisesti ja jotka ovat laajasti saatavilla Internetin ja kuljetusyritysten kautta. Tätä varten voidaan pyytää neuvoja analyysilaboriolta, joka useimmissa tapauksissa huolehtii asianmukaisista pakkauksista. Postitse lähetettävien näytteiden pakkaamisessa on noudatettava niitä sääntöjä, jotka kuljetusliike on määrännyt biologisen materiaalin kuljetusta varten. Säännöt on yleensä tarkoitettu ehkäisemään näyteastian rikkoutuminen kuljetuksessa ja estämään mahdolliset näytevuodot. On tärkeää säilyttää näytettä asianmukaisesti (oikea lämpötila jne.), jotta se voidaan kuljettaa turvallisesti ja sovellettavien säännösten mukaisesti (ks. YK3373¹⁶) analysoitavaksi testausparametrien säilytysajan puitteissa.

Analyysimenetelmät

Analyysimenetelmiä voidaan suositella lainsäädännössä tai käytännösäännöissä tai standardeissa. Biologisten näytteiden analysoinnille on voitu asettaa vaatimuksia. Siksi on suositeltavaa tarkistaa kaikki kansalliset säädökset tai ohjeet, esimerkiksi kansallisten työterveys- tai lääkealan järjestöjen antamat ohjeet. Käytettävän analyysimenetelmän herkkyys on räätälöitävä asianomaisten työtekijöiden altistustasojen mukaan, ja erityisesti on suositeltavaa, että kvantifiointiraja on aina pienempi kuin kymmenesosa tulkintaa varten valituista biologisista tulkinta-arvoista, samoin kuin ilmanseurantakäytännöissä.

On myös suositeltavaa, että laboratorio täsmentää tuloksia koskevassa raportissa käytetyn analyysimenetelmän, mittausepävarmuuden, kvantifioinnin raja-arvon ja asiaankuuluvat biologiset tulkinta-arvot, joiden avulla tuloksia voidaan tulkita (esimerkiksi biologiset raja-arvot tai ohjearvot).

¹⁶ Biologisesti vaaralliset aineet luokitellaan kuljetusta varten YK-numeron mukaan. Luokka B, YK-numero 3373 viittaa biologiseen aineeseen, jota kuljetetaan diagnostisia tai tutkimustarkoituksia varten.

Laadunvarmistus

Biomonitorointiohjelman kaikkiin osa-alueisiin olisi sovellettava laadunvarmistusohjelmaa.

Biologisten näytteiden näytteenottoa tai analysointia suorittaville laboratorioille on voitu asettaa erityisvaatimuksia. Työnantajia ja biomonitorointiohjelmaa yrityksissä koordinoivia tahoja kehoitetaan tarkistamaan kansalliset vaatimukset. Kansallisella tasolla voi olla saatavilla luetteloja akkreditoiduista laboratorioista.

Kaikki analyysitestaus tulee suorittaa asianmukaisesti akkreditoidussa laboratoriossa tai laboratoriossa, joka voi osoittaa laadunvarmistuksensa kansallisten vaatimusten mukaisesti. On suositeltavaa, että biologisten näytteiden analysointiin valitaan analyysilaboratorio, joka on ottanut käyttöön akkreditointistandardeja vastaavan laukupohjaisen lähestymistavan, tai, jos on olemassa lakisääteinen biologinen raja-arvo, laboratorio joka on saanut akkreditoinnin mittausta varten.

Mitkä tekijät on otettava huomioon tulkittaessa työhön liittyvän biomonitoroinnin tuloksia?

Biomonitorointitulokset edellyttävät kokeneiden lääkärien lääketieteellistä tulkintaa. Biomonitoroinnin tuloksia saa tulkita lääkäri, joka pystyy ottamaan huomioon henkilön fysiologian, terveydentilan ja elämäntavat ja joka avustaa työterveysammattilaista kemialliselle tekijälle altistumisen tunnistamisessa ja ihon, maha-suolikanavan tai hengityksen kautta tapahtuvan imeytymisen laajuuden määrittämisessä, jotta voidaan arvioida koko elimistöön kohdistuva kuormitus.

Työterveyslääkäri voi saada analyysilaboratorion antaman ensimmäisen tulkinnan sisältävän lausunnon, mutta hän on yleensä vastuussa terveysriskien tulkinnasta sekä tulosten yksilöllisestä ja yhteisestä esittämisestä. Jos tulokset voidaan kuitenkin toimittaa nimettömänä tai pseudonymisoituna, työhygieenikko voi myös tulkita (ryhmä)tuloksia altistumistasojen ja ehkäisytöimenpiteiden mukauttamistarpeen osalta. Tulkinnassa verrataan mitattuja pitoisuuksia biologisiin raja-arvoihin tai, jos niitä ei voida soveltaa, ohjearvoihin sekä saman työntekijän aikaisempiin tuloksiin ja vastaavalla tavalla altistuneiden työntekijöiden tuloksiin. On suositeltavaa, että tulosten yleinen tulkinta tehdään suhteessa

- asianmukaisiin biologisiin tulkinta-arvoihin, kuten taustatasoihin
- samalla toimialalla ja/tai samantyyppisellä työpaikalla saatavilla oleviin arvoihin
- yrityksen vastaavasti altistuneisiin työntekijäryhmiin ja
- samojen ryhmien aiempiin tuloksiin.

Tulosten tulkittamiseksi mahdollisimman hyvin joko työterveyslääkärin (lääketieteellisten seikkojen osalta) tai työhygieenikon on otettava huomioon tietyt tekijät, kuten altistumiseen liittyvät olosuhteet (edustavuus, reitit, kronologia, suojarusteet jne.), valittujen indikaattoreiden ominaisuudet (spesifisyys, toksikokinetiikka, yksilön sisäinen ja yksilöiden välinen vaihtelu jne.), näytteenoton, kuljetuksen ja analysoinnin ehdot, henkilöön liittyvät muuttujat (sukupuoli, ikä, patologiat, tupakointi, lääkitys, muut kuin työperäiset yhteisaltistumisen lähteet) ja sen samalla tavalla altistuneen ryhmän yleiset tulokset, johon työntekijä kuuluu, sekä kyseisen henkilön aiemmat tarkastukset sekä validoitujen ja altistumiseen mukautettujen raja- tai viitearvojen olemassaolo.

Biologisten näytteiden pitoisuuksien vaihtelevan luonteen vuoksi työntekijöiden altistumista tai terveysriskiä koskevia päätelmiä voi olla vaikea tehdä yhden ainoan näytteen perusteella. Voi olla tarpeen kerätä useita tai toistuvia näytteitä. Toimien tulisi perustua moninkertaisen näytteenoton tuloksiin. Lisäksi yksittäinen biomonitorointiarvo ei saisi koskaan ylittää akuuttien toksisten vaikutusten kynnyksarvoa.

Jos on mahdollista, että kemikaalille altistutaan muualla kuin työssä (esimerkiksi altistumalla tee-se-itse -materiaaleissa oleville liuottimille), voi olla tarpeen verrata työperäisen altistumisen jälkeen otettua näytettä työtä edeltävään tasoon. Seka-altistuminen useille eri kemiallisille aineille voi myös vaikuttaa siihen, miten elimistö käsittelee kemikaalia, ja siksi se voi vaikuttaa biomonitoroinnin yhteydessä kirjattuihin pitoisuuksiin.

Biomonitoroinnin tulokset eivät välttämättä ole osoitus mahdollisista terveysongelmista. Kohonneita biomonitorointituloksia, jopa niitä, jotka ovat raja-arvojen alapuolella, tulisi pitää varhaisena merkinä siitä, että altistumisen hallintaa voitaisiin parantaa, ennen kuin terveysvaikutukset alkavat näkyä työntekijöissä.

Biomonitorointi ennaltaehkäisyssä

Kun tuloksia käytetään altistumisen arviointiin, on tärkeää varmistaa, että niiden tulkinnasta vastaa työterveyden ja työhygienian alalla pätevä henkilö. Voi olla hyödyllistä tutustua muihin lähteisiin, kuten työpaikan riskinarviointien ja työpaikan ilmanmittausten tuloksiin.

Analyysin avulla voidaan tunnistaa kaikkein riskialteimmat ryhmät ja tarkistaa, ovatko altistusolosuhteet hyväksyttäviä ja ovatko ennaltaehkäisevät toimenpiteet riittäviä. Työterveyslääkärit ja työhygieenikot tarjoavat tukea sekä teknisten että organisatoristen parannusten ehdottamiseen, joilla pyritään vähentämään altistumista ja pitkällä aikavälillä ehkäisemään altistumiseen liittyviä sairauksia. Jos mahdollista, suositellaan yhteistyötä työhygieenikon tai turvallisuusinsinöörin sekä työterveys ja -turvallisuusedustajien tai -komitean kanssa. Kansallisessa lainsäädännössä tai ohjeissa voidaan määrittää, ketkä osallistuvat tulosten analysointiin ja niiden tulkintaan ja kenelle on ilmoitettava esimerkiksi silloin, kun työhygieenikot on otettava mukaan.

Käytettävissä tulisi olla työterveyslääkäri, joka antaa neuvoja ja keskustelee tarvittaessa työntekijöiden kanssa tulosten merkityksestä, erityisesti ryhmän tuloksista. Olosuhteista, joissa työntekijöiden kuuleminen on asianmukaista, tulisi keskustella työterveyslääkärin kanssa biomonitorointiohjelman alussa. Tällaisia tilanteita ovat muun muassa seuraavat:

- henkilön tasot ylittävät biologisen raja-arvon tai ohjearvon (tai muut tulkintakriteerit) hyvästä työhygieniakäytännöstä huolimatta tai
- henkilö ilmoittaa terveysongelmista, jotka voivat liittyä altistumiseen tai
- henkilö pyytää lääketieteellistä arviota tai
- luotettavien tietojen perusteella on syytä epäillä, että todetuilla tasoilla voi aiheutua haittaa.

Biomonitorointiohjelman toteuttaminen on tarkoituksenmukaista ainoastaan silloin, kun

1. on selvää, mitä toimia tulosten perusteella toteutetaan
2. sen jälkeen ryhdytään asianmukaisiin toimiin ja
3. näiden toimien tehokkuutta arvioidaan.

Jos tulokset osoittavat, että altistumista on vähennettävä (esimerkiksi jos biologinen raja-arvo tai ohjearvo ylittyy tai jos kertyneet tiedot tai ryhmätiedot osoittavat tällaisen suuntauksen), on tarkasteltava, miten ainetta käsitellään. Tähän sisältyy nykyisten ennaltaehkäisytoimenpiteiden ja työkäytäntöjen tarkastelu, erityisesti:

- toimivatko nykyiset ennaltaehkäisytoimet ja käsittelymenetelmät tehokkaasti ja asianmukaisesti ja
- tarvitaanko lisätoimenpiteitä.

Myöhempää seuranta tai seurannan tiheyden lisäämistä on harkittava sen varmistamiseksi, että kaikki valvontatoimenpiteisiin tehdyt muutokset ovat olleet tehokkaita. Jos kemikaalista on saatavilla erityisohjeita, ne voivat sisältää lisätietoja tarvittavista toimista.

Biomonitoroinnin tulostietojen säilyttäminen saattaa olla pakollista. Tietojen säilyttämistä varten on asetettu oikeudellisia velvoitteita, joita kuvataan tarkemmin tämän asiakirjan asiaa koskevassa jaksossa, esimerkiksi CMR-aineiden osalta.

Toimet terveysongelman tai biologisen raja-arvon ylittymisen yhteydessä

EU:n lainsäädännössä asetetaan työnantajille erityisiä velvoitteita, kun raja-arvot ylittyvät tai työntekijöillä havaitaan terveysongelmia.¹⁷ Kun terveydentilan seurannan tuloksena

- työntekijällä todetaan olevan tunnistettava sairaus tai haitallinen terveysvaikutus, jonka lääkäri tai työterveysalan ammattilainen katsoo johtuvan työssä tapahtuneesta altistumisesta vaaralliselle kemialliselle tekijälle tai
- velvoittavan biologisen raja-arvon katsotaan ylittyneen

¹⁷ CAD, 10 artiklan 4 kohta.

työterveyslääkärin tai muun asianmukaisen pätevyyden omaavan henkilön on ilmoitettava työntekijälle tätä henkilökohtaisesti koskevasta tuloksesta, mukaan lukien tiedot ja ohjeet mahdollisesta terveydentilan seurannasta, johon työntekijän tulisi osallistua altistuksen päätyttyä.

Työnantajan on

- tarkasteltava uudelleen työpaikan riskinarviointia
- tarkistettava riskien poistamiseksi tai vähentämiseksi toteutettuja ennaltaehkäiseviä toimenpiteitä
- otettava huomioon työterveyshuollon ammattihenkilön tai muun pätevän henkilön tai toimivaltaisen viranomaisen neuvot, kun toteutetaan riskin poistamiseksi tai vähentämiseksi tarvittavia ennaltaehkäiseviä toimenpiteitä, mukaan lukien mahdollisuus siirtää työntekijä vaihtoehtoiseen työhön, jossa ei ole lisäältumisen riskiä
- järjestettävä jatkuva terveydentilan seuranta, johon voi sisältyä biomonitorointia ja
- järjestettävä kaikkien muiden vastaavalla tavalla altistuneiden työntekijöiden terveydentilan uudelleentarkastelu. Tällaisissa tapauksissa toimivaltainen lääkäri tai työterveyshuollon ammattilainen tai toimivaltainen viranomainen voi ehdottaa, että altistuneille henkilöille tehdään lääkärintarkastus.

Kansallisessa lainsäädännössä voidaan säätää yksityiskohtaisemmista tai tiukemmista toimista. Siksi on tärkeää tarkistaa kansallinen lainsäädäntö, ohjeet tai käytäntösäännöt.

Työntekijöiden vuorottelua tiettyjen työntekijöiden korkean altistumisen torjumiseksi tulee välttää. Yleisesti ottaen tavoitteena tulee olla kaikkien työntekijöiden altistumisen vähentäminen eikä altistumisen keskiarvoistaminen kierrättämällä työntekijöitä tietyissä työtehtävissä, kunnes altistuminen on saavuttanut tietyn tason (esimerkiksi biologisen raja-arvon tason). Tässä yhteydessä on tärkeää ottaa huomioon samankaltaisia tehtäviä suorittavien työntekijöiden ryhmätulokset ja altistumissuuntaukset, koska altistuminen olisi minimoitava mahdollisuuksien mukaan. EU:n lainsäädännön mukaan työntekijöiden terveyttä ja turvallisuutta uhkaavat riskit työssä, johon liittyy vaarallisia kemiallisia tekijöitä, on poistettava tai vähennettävä minimiin vähentämällä altistuvien tai mahdollisesti altistuvien työntekijöiden lukumäärä minimiin ja vähentämällä altistumisen kesto ja voimakkuus minimiin.¹⁸

Terveydentilan seuranta ja biomonitorointi altistumisen päättymisen jälkeen

Kun kyse on altistumisesta CMR-aineille, työntekijöiden terveydentilan seurannasta vastaava lääkäri tai viranomainen voi ilmoittaa, että terveydentilan seurantaa on jatkettava altistumisen päättymisen jälkeen niin kauan kuin hän katsoo sen tarpeelliseksi asianomaisen työntekijän terveyden turvaamiseksi.¹⁹ Tähän voi sisältyä biomonitorointia. Joissakin tapauksissa, esimerkiksi kun kyseessä on erittäin kumulatiivinen aine, jonka puoliintumisaika on pitkä, kuten lyijy tai kadmium, voidaan suositella biomonitorointia altistumisen päättymisen jälkeen, jotta voidaan seurata, pienenevätkö biomarkkeritasot ajan myötä. Tämä koskee erittäin biokertyviä aineita, joiden puoliintumisaika on pitkä, kuten lyijyä tai kadmiumia.

Tietojen säilyttäminen

EU:n direktiiveissä säädetään tietojen säilyttämisvelvoitteista, kun työntekijät altistuvat tietyille aineille työssä. Nämä velvoitteet on saatettu osaksi kansallista lainsäädäntöä. Työnantajien ja biomonitorointiohjelmaa hallinnoivien tahojen olisi siksi tarkastettava näitä velvoitteita koskevat kansalliset säännökset ja ohjeet, koska ne voivat olla yksityiskohtaisempia tai tiukempia.

Henkilökohtaiset tiedot

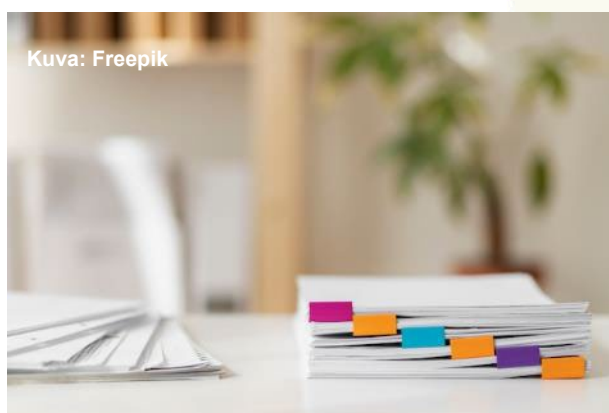
Kun terveydentilan seuranta toteutetaan, on pidettävä kirjaa yksittäisten työntekijöiden terveydentilasta ja altistumisesta, ja terveydentilan seurannasta vastaava lääkäri tai viranomainen ehdottavat mahdollisia suoje- tai ehkäisytoimenpiteitä, jotka on toteutettava yksittäisten työntekijöiden osalta.

¹⁸ CAD, 5 artiklan 2 kohta.

¹⁹ CMRD, 14 artiklan 1 kohta.

Terveydentilaa ja altistumista koskevien tietojen on sisällettävä yhteenvedo terveydentilan seurannan tuloksista ja henkilön altistumista kuvaavista seurantatiedoista. Biomonitorointi ja siihen liittyvät vaatimukset voivat olla osa terveydentilan seurantaa. Terveys- ja altistumistiedot on säilytettävä sopivassa muodossa, jotta niihin voidaan tutustua myöhemmin, ottaen huomioon luottamuksellisuus.²⁰ Karsinogeenien ja mutageenien osalta potilastiedot on säilytettävä vähintään 40 vuoden ajan altistumisen päättymisestä ja lisääntymiselle vaarallisten aineiden osalta vähintään viiden vuoden ajan altistumisen päättymisestä kansallisen lainsäädännön tai käytännön mukaisesti.²¹ Kuten edellä on mainittu, työnantajien tulisi tarkistaa, onko kansallisessa lainsäädännössä mahdollisesti lisävaatimuksia, jotka koskevat tietojen säilyttämistä ja tietojen sisältöä tai muotoa, erityisesti biomonitorointitulosten kirjaamista, mukaan luettuina mahdolliset henkilökohtaisia terveystietoja koskevat luottamuksellisuuskysymykset, ja tiedottaa ja ohjeistaa työterveys- ja työturvallisuuspalveluita ja työperäisestä biomonitorointiohjelmasta vastaavia henkilöitä vastaavasti. Työntekijöillä on oltava pääsy heitä koskevan terveydentilan seurannan tuloksiin. Yksittäisillä työntekijöillä tulee olla oikeus tutustua omiin terveys- ja altistustietoihinsa.

Tietoihin ei sisälly yksityiskohtaisia tietoja sairauksista, jotka terveydentilan seurantaa suorittavalle lääkärille on ilmoitettu tai jotka hän on diagnosoinut, jos niillä ei ole merkitystä suoritettavan työn kannalta tai vaikutusta siihen. Raportin tulisi sisältää ainoastaan käytettävien kemikaalien terveysvalvontaohjelmaan liittyviä tietoja. Se ei saa sisältää muita työntekijöitä koskevia luottamuksellisia terveystietoja, ellei työnantajalla ole velvollisuutta olla niistä tietoinen. Jos työntekijällä on aiempi sairaus, joka voi pahentaa kemikaalien terveysvaikutuksia, voi olla hyödyllistä, jos tämä saatetaan yritystason työterveysasiantuntijoiden tietoon, jotta voidaan toteuttaa asianmukaisia ehkäiseviä toimenpiteitä esimerkiksi herkistävien aineiden osalta. Yksityiskohtaiset tiedot jo olemassa olevista sairauksista voidaan kuitenkin



Kuva: Freepik

toimittaa ja sisällyttää raporttiin vain työntekijän kirjallisella luvalla. Yksittäisiä tuloksia tulee käsitellä henkilötietoina yleisen tietosuoja-asetuksen mukaisesti.

Työntekijän biomonitorointitulokset tulee sisällyttää hänen potilaskertomukseensa työterveyshuollon/terveysseurannan rekisteriin. Näin voidaan saada hyödyllistä tietoa seuraavia tarkoituksia varten:

- työntekijän työperäisen altistumisen kronologinen seuranta
- arvio työntekijälle tiettynä ajankohtana aiheutuvasta riskistä
- sen tarkistaminen, että yksilölliset ja kollektiiviset suojatoimenpiteet soveltuvat todellisiin työolosuhteisiin
- ennalta ehkäisevien toimien käynnistäminen ja niiden vaikuttavuuden arviointi
- perustelut työntekijöille aiheutuvien oireiden tai sairauksien ammatillisesta luonteesta ja
- perustelut ammattitoiminnan jälkeisen seurannan aloittamiselle.

Työterveyslääkärit tai työterveyspalvelut voivat tutustua asiakirjoihin myöhemmässä vaiheessa arvioidakseen altistusta ajan mittaan ja tarkistaakseen, ovatko ennaltaehkäisytoimenpiteiden muutokset vaikuttaneet myös sisäiseen altistukseen. Tietojen kirjaaminen ja tallentaminen tulisi siksi määritellä biomonitorointiohjelmaa suunniteltaessa. Ihannetapauksessa tulisi keskustella työhygieenikkojen tai turvallisuusinsinöörien kanssa siitä, miten biomonitorointi- ja ilmanseurantaohjelmat järjestetään ja miten varmistetaan, että ryhmätuloksia voidaan hyödyntää ennaltaehkäisyyn parantamiseen esimerkiksi järjestämällä samanaikaisia ilmanmittauksia ja biomonitorointia. Tiedoissa on viitattava tehtyyn tehtävään ja muihin työhygieniatietoihin, esimerkiksi tallenteisiin ilmanlaadun mittauksista.

²⁰ CMRD, 14 artiklan 4 kohta; CAD, 10 artiklan 2 ja 3 kohta.

²¹ CMRD, 15 artiklan 1 kohta.

Kun yritys lopettaa toimintansa, terveys- ja altistumistiedot on annettava toimivaltaisen viranomaisen käyttöön.²²

Kollektiiviset tulokset

On suositeltavaa, että työterveyslääkärit tai työterveyspalvelut säilyttävät kollektiivisia tietoja, jotka liittyvät samankaltaisiin altistusryhmiin (työntekijäryhmät, joilla katsotaan olevan samankaltainen altistustilanne, pienin mahdollinen ryhmää edustava määrä mittauksia, tulosten tulkintatapa jne. sekä mittaustulokset). Yhteenveto tuloksista on dokumentoitava ja liitettävä kaikkiin yrityksen tason terveys- ja turvallisuusasiakirjoihin (kuten ilmanlaatumittauksiin). Tietoja voidaan käyttää paremman ennaltaehkäisyn toteuttamiseen. Samankaltaiset altistumisryhmät tulisi kuitenkin arvioida säännöllisesti uudelleen, esimerkiksi vuosittain ja silloin, kun esimerkiksi työtehtävien jakamisessa tai sovellettavissa teknisissä toimenpiteissä tapahtuu muutoksia tai kun uutta teknologiaa, laitteita ja/tai koneita otetaan käyttöön, sen määrittämiseksi, altistuvatko altistumisryhmään kuuluvat työntekijät edelleen samankaltaisesti. Yksittäisen työntekijän suojelemiseksi toteutettavien toimenpiteiden lisäksi uudelleenarviointi tulisi tehdä myös silloin, kun yhden tai useamman työntekijän biomonitorointitulokset poikkeavat huomattavasti keskiarvosta.

Kollektiivisen tason tulosten säilyttämisen etuja:

- arvioidaan riskiä, joka kohdistuu työntekijäryhmän henkilöihin, jotka altistuvat samankaltaisille tekijöille: sama teollisuudenala, sama työtehtävä jne.
- laaditaan kollektiivinen kartoitus näiden ryhmien altistumisesta (kemiallisen tekijän, alan, työn, tehtävän jne. mukaan) tietynä ajankohtana
- verrataan yhden ajanjakson aikana samankaltaisten altistusryhmien altistumista yhdeltä toiminta-alalta toiselle tai yhdeltä työpaikalta toiselle
- kartoitetaan toimia tai aloja, joilla riski on suurin, ja määritetään prioriteettiryhmiä tehostetun lääketieteellisen seurannan ja/tai kohdennettujen ennaltaehkäisevien toimien toteuttamiseksi
- luonnehditaan altistuksen muuttumista ajan mittaan samanlaisen altistuksen kohteena olevien työntekijöiden ryhmässä ja arvioidaan tässä yhteydessä ehkäisevien toimien tehokkuutta ja/tai teollisiin menettelyihin tehtyjen muutosten seurauksia
- parannetaan työssä altistumista koskevia matriiseja, joista on hyötyä epidemiologisissa tutkimuksissa ja takautuvassa dokumentoinnissa sellaisten työntekijöiden altistumisesta, jotka eivät ole henkilökohtaisesti hyötäneet räätälöidystä biomonitoroinnista (määrittämään altistumisen jälkeisen seurannan hyödyllisyyttä tai sitä, voidaanko sairauden katsoa liittyvän aiempaan ammatilliseen toimintaan)
- tuetaan biologisten tulkinta-arvojen (tai biologisten ohjearvojen) ja säännösten laatimista riskien ehkäisemiseksi joillakin toiminta-aloilla ja
- annetaan apua uusien säännösten tehokkuuden arvioimisessa.

Ryhmätason tiedot voisivat olla hyödyllisiä esimerkiksi epidemiologeille. Biomonitorointitietojen anonymisoitu/pseudonymisoitu syöttäminen tietokantaan (tai yhteentoimiviin tietokantoihin) voi mahdollistaa asiaan liittyvien tietojen yhdistämisen alueellisella tai kansallisella tasolla, jolloin voidaan tehdä vertailuja alueiden tai toimialojen, työpaikkojen jne. välillä, määrittää yhteisten ehkäisevien toimien painopisteet ja arvioida niiden tehokkuutta. Yksilöllisiä tuloksia tulee kuitenkin käsitellä henkilötietoina yleisen tietosuojasetuksen mukaisesti, ja työntekijöiltä on pyydettävä suostumus tietojensa käyttöön. Tietosuojaviranomaisten suostumusta on haettava etukäteen.

Tiedottaminen biomonitoroinnin tuloksista asianomaisille osapuolille

Tulosten luovuttaminen sopii parhaiten työterveyslääkärille, ja siihen tarvitaan työntekijän suostumus.

Työterveyslääkärin tulee ilmoittaa työnantajalle biomonitoroinnin anonyymit ja yleiset tulokset.

Vaikka työntekijä olisi antanut suostumuksensa, työnantaja, hänen edustajansa ja muut kuin lääketieteelliset ennaltaehkäisyn asiantuntijat eivät yleensä saa tutustua yksittäisiin tuloksiin, koska se

²² CAD, 10 artiklan 3 kohta.

rikkoo lääketieteellistä salassapitovelvollisuutta. Yksittäisiä tuloksia tulee käsitellä henkilötietoina yleisen tietosuojasetuksen mukaisesti.

Kun näytteiden määrä on vähäinen, erityisesti jos kyseessä on yksittäinen työntekijä, on noudatettava erityistä varovaisuutta, kun tulokset ilmoitetaan joko työntekijälle itselleen tai työnantajalle, myös silloin, kun ilmoitetaan ryhmän tuloksista.

Jos lainsäädännössä niin määritetään ja työhön soveltuvuuden / työkyvyn arviointiin kuuluu biomonitorointi, työterveyslääkärin tai työterveyshuollon on mahdollisesti myös tiedotettava työnantajalle työntekijän työhön soveltuvuudesta / työkyvystä. Soveltuvuus voidaan vahvistaa, kieltää tai vahvistaa tietyin ehdoin, esimerkiksi määräämällä tiheämpiä tarkastuksia.

Työntekijöille annettavat tiedot

Kuten edellä mainittiin, jos työnantajaa vaaditaan järjestämään terveydentilan seuranta tai biomonitorointia työntekijälle, joka varmasti tai todennäköisesti käyttää, käsittelee, tuottaa tai varastoi vaarallista kemikaalia yrityksessä, työnantajan tulee antaa työntekijälle tiedot terveydentilan seuranta- ja biomonitorointia koskevista vaatimuksista ennen työn aloittamista tai ennen terveyden seuranta- tai biomonitorointiohjelman aloittamista ja varmistaa, että työntekijä antaa sille tietoon perustuvan suostumuksen. Tätä sovelletaan myös silloin, kun laaditaan biomonitorointiohjelma esimerkiksi altistumisen arviointia varten ilman lakisääteistä vaatimusta.

Työntekijöille on kerrottava

- altistumisen mahdollisista terveysvaikutuksista
- oireiden ilmoittamistavasta
- vaatimuksesta tavata lääkäri tai asiantuntija
- siitä, voivatko seurantatulokset vaikuttaa työtehtäviin ja miten ne voivat vaikuttaa, esimerkiksi selittämällä olosuhteet, joissa työntekijän on mahdollisesti siirryttävä muihin tehtäviin ja
- että biomonitorointitulokset ovat luottamuksellisia ja että ne voidaan luovuttaa ainoastaan toiselle seurantaan osallistuvalla työterveyslääkärille, elleivät työntekijät ole antaneet muunlaista suostumusta.

Seurattaville työntekijöille tulee tiedottaa heidän omista tuloksistaan ja siitä, mitä ne tarkoittavat. Tiedottajan tulee ymmärtää tulokset ja osata selittää, mitä ne tarkoittavat. Biomonitorointitutkimuksen suorittamiseen valtuutetun henkilön tulee myös ottaa huomioon joissakin maissa kansallisella tasolla vahvistetut työntekijöiden lisäoikeudet, esimerkiksi oikeus olla tietämättä omia tuloksiaan tai oikeus peruuttaa suostumuksensa milloin tahansa.

Jos tämä on lakisääteinen vaatimus, soveltuvuuden / työkyvyn määrittämisen tiettyyn työhön, johon sisältyy tarvittaessa biomonitorointia, on perustuttava hyvään tietämykseen työtarpeista ja työkohteesta sekä työntekijän terveyden arviointiin. Työntekijöille tulee ilmoittaa mahdollisuudesta kyseenalaistaa päätelmät, jotka koskevat heidän soveltuvuuttaan/työkykyään tiettyssä työssä, jos he kokevat ne etujensa vastaiseksi. Tältä osin tulee ottaa käyttöön muutoksenhakumenettely.

On suositeltavaa, että työterveyslääkäri luovuttaa tulokset henkilökohtaisesti kullekin työntekijälle. Lääkärin tapaaminen on olennaisen tärkeä, ja se olisi järjestettävä mahdollisimman nopeasti, jos tulos on korkeampi kuin valittu biologinen tulkinta-arvo tai jos se on selvästi erilainen kuin samalla tavalla altistuneiden työntekijöiden ryhmän tulokset, jotta voidaan selvittää tuloksen syyt ja tarvittaessa määritellä ennalta ehkäisevät toimenpiteet, jotka on toteutettava kemialliselle tekijälle altistumisen vähentämiseksi tai poistamiseksi. Kun tulokset esitetään, on suositeltavaa, että työntekijälle tiedotetaan riskeistä, jotka liittyvät altistumiseen kyseiselle kemialliselle tekijälle, ehkäisykeinoista ja tulevien mittauskampanjoiden aikataulusta.



Jos kyseessä on alihankinta tai jos käytetään vuokratyötä, biomonitoroinnin toteuttaneen yrityksen työterveyslääkärin tai työterveyspalvelun tulee esittää tulokset asianomaisille työntekijöille sekä heidän työterveyslääkäreilleen ja -palveluilleen.

Työntekijöille on annettava tietoja ja neuvoja mahdollisesta terveydentilan seurannasta, johon he voivat joutua altistumisen päätyttyä, jos he altistuvat CMR-aineille ja jos jonkin aineen biologinen raja-arvo on ylittynyt tai jos on todettu altistumiseen liittyvä sairaus tai terveysvaikutus.²³

Työnantajalle annettavat tiedot

Vastuuhenkilön (yleensä työterveyslääkärin) on analysoitava biomonitoroinnin tulokset. Jos ne antavat viitteitä siitä, että työntekijää tai työntekijöitä koskevat ehkäisevät työterveys- ja työturvallisuustoimenpiteet eivät ole riittäviä, lääkärin tulee ilmoittaa asiasta työnantajalle ja antaa suosituksia asianmukaisista ehkäisevistä toimenpiteistä. Työnantajan on tarkistettava työpaikan riskinarviointi ja käytössä olevat ennaltaehkäisevät toimenpiteet, asetettava välittömästi tarvittavat työterveys- ja työturvallisuustoimenpiteet ja arvioitava parannukset uudelleen kohtuullisessa ajassa. Tätä varten tulokset on anonymisoitava tai pseudonymisoitava. Biomonitoroinnin tuloksista tulee raportoida työnantajalle kansallisten säännösten ja käytäntöjen mukaisesti. Siksi on suositeltavaa tutustua kansalliseen lainsäädäntöön, standardeihin ja ohjeisiin.

Kansallisissa laeissa tai asetuksissa säädettyjen tutkimusten, erityisesti terveydentilan seurantaan liittyvien tutkimusten, tulokset tulisi toimittaa johdolle ainoastaan suunniteltuun työhön soveltuvuuden tai lääketieteellisestä näkökulmasta tarpeellisten rajoitusten osalta, jotka koskevat työtehtävien jakamista tai altistumista työstä aiheutuville vaaroille. Kansallisessa lainsäädännössä voidaan edellyttää erityisten raporttimallien käyttämistä esimerkiksi työntekijöiden työhön soveltuvuuden / työkyvyn todistamiseksi, ja ne voivat sisältää osia, jotka ovat eri sidosryhmien saatavilla (esimerkiksi työhön soveltuvuutta / työkykyä koskeva palaute voidaan antaa työnantajalle, kun taas muita tietoja ei pitäisi antaa). Jos mallien käyttö ei ole pakollista, niistä voi kuitenkin olla apua, kun laaditaan tietoja biomonitorointia suorittavalle tai valvovalle työterveyslääkärille. Työterveyslääkärillä tai työterveyspalveluilla voi olla käytössä omia malleja, ja erityisvaatimuksista tulisi keskustella kaikkien biomonitorointiohjelman osallistuvien henkilöiden kanssa.

Työnantajille tarkoitetut raportit voivat sisältää seuraavat tiedot:

- työntekijän nimi ja syntymäaika
- työterveyslääkärin/terveydenhuollon nimi, rekisterinumero ja allekirjoitus
- yrityksen nimi ja osoite
- päivämäärä, jona biomonitorointi suoritettiin
- soveltuvien osien todistus työhön soveltuvuudesta / työkyvystä tai työhön soveltuvuudesta / työkyvystä tietyin edellytyksin (esimerkiksi testaustiheyden lisääminen)
- mahdolliset suositukset korjaavien toimenpiteiden toteuttamiseksi, mukaan lukien se, voiko työntekijä jatkaa sen tyyppistä työtä, joka aiheutti biomonitorointivaatimuksen ja
- tarvitseeko työntekijä lääketieteellistä neuvontaa biomonitorointivaatimuksen perusteena olleen työn suhteen.

Ryhmän tulosten raportointia voitaisiin harkita myös erityisesti silloin, kun altistumisen arviointiin käytetään biomonitorointia (ks. edellä tietojen kirjaamista koskeva jakso). Tulokset kootaan yhteen ennen niiden levittämistä. Tiedot olisi mieluiten annettava kaikille toimipaikan johtohenkilöille ja työterveyden ja -turvallisuuden asiantuntijoille (työnantajat, työterveys- ja -turvallisuuskomitea, työhygieenikko jne.) sekä koko asianomaiselle henkilöstölle (työntekijät).

Työterveyslääkärit saattavat joutua suosittelemaan sellaisten työntekijöiden tilapäistä tai pysyvää poistamista työtehtävistä, joilla on todettu liian suuri altistus tai joilla voi olla erityinen herkkyys kemiallisen tekijän vaikutuksille (patologinen tila, raskaus jne.). Tätä vaihtoehtoa tulisi käyttää harkiten ja tulisi painottaa selvästi altistumisen minimointia työntekijöiden siirtämisen sijaan. Jos suositellaan työtehtävän vaihtamista, työnantajan tulisi osoittaa työntekijälle toinen tehtävä työterveyttä ja -turvallisuutta koskevien säännösten tai työlänsäädännön säännösten mukaisesti. Tällaisia tietoja annettaessa tulisi painottaa ehdotuksia tehtävien ja työolojen mukauttamiseksi työntekijän valmiuksiin.

²³ CMRD, 14 artiklan 5 kohta; CAD, 10 artiklan 4 kohta.

Yleisiä tietoja työkyvystä tai terveyteen liittyvistä asioista tai työn vaarojen mahdollisista tai todennäköisistä terveysvaikutuksista voidaan antaa asianomaisen työntekijän tietoon perustuvalla suostumuksella, jos se on tarpeen työntekijän terveyden suojelun takaamiseksi.

Työntekijöiden terveydentilan seurannasta vastaava lääkäri tai viranomainen voi ilmoittaa, että terveydentilan seurantaa, mahdollisesti myös biomonitorointia, on jatkettava altistumisen päättymisen jälkeen niin kauan kuin hän katsoo sen tarpeelliseksi asianomaisen työntekijän terveyden turvaamiseksi.²⁴

Tarvittaessa työterveyslääkärit tai terveystalvelut voivat myös pyytää työnantajia arvioimaan ympäristön saastuneisuutta (näytteenotto ilmasta ja pinnoilta: työtasot, ovenkahvat, saniteettitilat, työntekijöiden kädet ja käsiineet jne.), jotta voidaan toteuttaa räätälöityjä ennaltaehkäiseviä toimenpiteitä.

Kustannukset

Työnantaja vastaa biomonitoroinnin kustannuksista, jos jokin muu taho (esim. tapaturmavakuutuksen tarjoaja) ei kata niitä. Kustannuksia ei pidä periä työntekijöiltä.

Jollei kansallisissa säännöksissä ja sopimuksissa toisin määrätä, työnantajan on maksettava työntekijän biomonitorointi, mukaan lukien:

- vastaanottomaksut
- testaus- ja analysointikustannukset
- aika vastaanotolle ja testeihin osallistumiseen ja
- kohtuulliset matkakustannukset.

²⁴ CMRD, 14 artiklan 1 kohta.

Työntekijöille annettavat tiedot

Tämä jakso on tarkoitettu työntekijöille, jotka voivat olla terveydentilan seurannan ja biomonitoroinnin kohteena.

Terveydentilan seurannan tarkoituksena on auttaa suojelemaan terveyttäsi. Sen tarkoituksena on havaita terveydentilassasi tapahtuvat muutokset, jotka johtuvat vaarallisista kemikaaleista, joiden kanssa työskentelet.

Biomonitoroinnilla mitataan näiden kemikaalien määrää elimistössä tai sitä, miten elimistö reagoi näille kemikaaleille altistumiseen.

Terveydentilan seurantaan voivat sisältyä seuraavat:

- keskustelu työterveysseurantaan perehtyneen lääkärin kanssa siitä, minkä tyyppisiä testejä ja kuinka usein niitä tehdään, sekä testien tuloksista
- kysymykset työhistoriasta, sairaushistoriasta tai elämäntavoista, esimerkiksi ruokavaliosta, tupakoinnista ja alkoholin käytöstä
- jotkin näistä seikoista voivat vaikuttaa siihen, miten elimistö reagoi vaaralliseen kemikaaliin
- jos tällä on merkitystä työsi kannalta, lääkäri voi kysyä sinulta kysymyksiä ja keskustella kanssasi siitä, miten työsi sekä ruoka, alkoholi ja tupakointi voivat vaikuttaa terveyteesi
- fyysinen tarkastus, mukaan lukien ihon tutkiminen ja
- virtsa-, veri- tai keuhkokokeet tai röntgenkuvat.

Milloin tarvitaan terveydentilan seuranta, kuten biomonitorointia?

Työterveys- ja työturvallisuuslainsäädännön mukaan työnantajan on seurattava terveyttäsi ja arvioitava altistumistasi tietyissä tilanteissa. Näihin kuuluvat:

- sellaisten vaarallisten kemikaalien käyttö, käsittely, tuottaminen tai varastointi, jotka voivat aiheuttaa terveysriskin, ja on olemassa
 - tapoja nähdä, ovatko kemikaalit vaikuttaneet terveyteesi tai
 - tapoja nähdä, oletko altistunut kemikaaleille, mutta altistumisen määrä ei ole selvä.

Tiettyjen vaarallisten kemikaalien kanssa työskentely voi johtaa terveydentilan seurantaan, myös biomonitorointiin.

Terveydentilan seuranta on pakollista työssä, jossa käytetään kemiallisia aineita, joille on vahvistettu sitova biologinen raja-arvo EU:n tasolla. Tässä tapauksessa sinulle on ilmoitettava tästä vaatimuksesta ennen kuin sinut määrätään tehtävään, johon liittyy riski altistua vaaralliselle kemialliselle aineelle.

Jokaisesta työntekijästä, jonka terveydentilaa seurataan, tulisi laatia yksilöllinen terveys- ja altistustietue ja se tulee pitää ajan tasalla. Sinulla on oltava pääsy henkilökohtaisiin tietoihisi.

Jos terveydentilan seurannan tuloksena todetaan, että sinulla on sairaus tai haitallinen terveysvaikutus, joka liittyy altistumiseen vaaralliselle kemialliselle tekijälle työssä, tai jos sitovan biologisen raja-arvon todetaan ylittyneen tai jos saatat altistua syöpää aiheuttavalle, perimää vaurioittavalle tai lisääntymiselle vaaralliselle aineelle, lääkärin on ilmoitettava asiasta sinulle ja annettava sinulle tietoja ja neuvoja mahdollisesta terveydentilan seurannasta, johon sinun tulisi altistumisen päätyttyä osallistua.

Kuka suorittaa biomonitorointia ja seuraa terveyttäni?

Biomonitorointia suorittaa tai valvoo yleensä työterveyslääkäri, jolla on kokemusta työterveysseurannasta.

Lääkäri voi ohjata muita asianmukaisesti päteviä henkilöitä tekemään joitakin testejä ja toimenpiteitä. Työterveyshoitaja voi esimerkiksi kysyä yleisiä kysymyksiä sairaushistoriastasi, tutkia ihosi ja ottaa virtsa- tai verinäytteitä.

Työnantajasi kertoo, kuka tekee mahdolliset biomonitoroinnit tai terveydentilan seurannan.

Kuka maksaa biomonitoroinnin tai terveydentilan seurannan?

Työnantajan tai työtapaturmavakuutusorganisaation tai muun vastuussa olevan tahon tulee maksaa biomonitorointi tai työterveysseuranta, mukaan lukien

- vastaanottomaksut
- testaus- ja analysointikustannukset ja
- aika- ja matkakustannukset.

Työnantajan on annettava sinulle mahdollisuus käydä työaikana vastaanotolla ja kokeissa.

Mikä on biomonitorointiraportti ja mitä se sisältää?

Työterveyslääkäri tai työterveyshuolto voi antaa työnantajalle raportin, joka voi sisältää:

- veren, virtsan tai muun näytteenoton päivämäärät
- testien päivämäärän
- rajoitetusti tietoa testituloksistasi, esimerkiksi siitä, milloin sinun on käytävä seuraavassa testissä, tai jos laki niin vaatii, soveltuvuudesta tai työkyvystä, mutta ei testituloksia
- työtesi koskevat suositukset
- mitä työnantajan tulisi tehdä työpaikalla tuloksiesi perusteella ja
- heidän suosituksensa työnantajan puuttumisesta terveydellesi aiheutuvaan riskiin, esimerkiksi voitko jatkaa työtehtävää, joka käynnisti terveydentilan seurannan / biomonitoroinnin.

Työterveyslääkäri käyttää testituloksiasi ensisijaisesti ilmoittaakseen työnantajallesi, jos altistumistasot vaarallisille kemikaaleille työpaikallasi ovat liian korkeat ja suojaustoimenpiteitä on parannettava. Jos tästä säädetään maan lainsäädännössä, työterveyslääkäri voi myös käyttää testituloksia ilmoittaakseen työnantajallesi

- voitko työskennellä vaarallisen kemikaalin parissa
- voitko työskennellä vaarallisen kemikaalin parissa tietyin rajoituksin
- voitko aloittaa uudelleen työskentelyn vaarallisen kemikaalin parissa ja/tai
- pitäisikö sinun lopettaa työskentely vaarallisen kemikaalin parissa.

Työterveyslääkäri tai työterveyspalvelu voi myös laatia raportin, joka perustuu sinun ja muiden työntekijöiden testituloksiin, mutta työnantajan ei pidä pystyä tunnistamaan tuloksiasi tämän raportin perusteella.

Työterveyslääkäri tai työterveyspalvelu säilyttää tietoja, jotka voivat sisältää luottamuksellisia tietoja sinusta, terveydestäsi ja terveydentilan seurantakokeiden tuloksista sekä biomonitoroinnin tuloksista. Lääkäri pitää osan raportistasi luottamuksellisena eikä näytä sitä työnantajallesi, ellei laki edellytä, että hänelle kerrotaan jostakin asiasta. Jos sinulla on jo sairaus, joka voi pahentaa sellaisten kemikaalien terveysvaikutuksia, joiden kanssa työskentelet, sinun tai työterveyslääkäriin olisi omasta suostumuksestasi ilmoitettava asiasta työnantajallesi, jotta hän voi minimoida riskit. Kukaan ei saa käyttää terveystarkkailuraporttia, veri- tai kudoksenäytteitä, röntgenkuvia, kyselylomakkeita tai muita testejä mihinkään muuhun kuin edellä mainittuihin tarkoituksiin ja työpaikkasi vaarallisille aineille altistumisen arviointiin biomonitoroinnin avulla.

Työterveyslääkäri on annettava sinulle tutkimustulokset ja selitettävä ne, ellet ole ilmoittanut muuta.

Joitakin tietojasi on ehkä säilytettävä tietyn ajan tietueen laatimisen jälkeen, vaikka vaihtaisit työpaikkaa. Tämä määritellään yleensä kansallisessa lainsäädännössä.

Sinulla on oikeus tutustua kaikkiin sinusta rekisteröityihin tietoihin, joita säilytetään terveydentilan seurannan ja biomonitoroinnin jälkeen. Maasi lainsäädännössä voidaan määritellä, miten tämä tutustumisoikeus järjestetään.

Pitääkö minun osallistua terveydentilan seurantaan ja biomonitorointiin?

Jotkin vaaralliset kemikaalit voivat aiheuttaa vakavia sairauksia ja tauteja. Terveydentilan seuranta ja biomonitorointi voivat osoittaa, onko työpaikalla oleva vaarallinen kemikaali vahingoittanut tai saattaako se vahingoittaa sinua. Tarkoituksena on taata turvallisuus, joten sinun tulee noudattaa

- mahdollisuuksien mukaan kaikkia työnantajan antamia työterveys- ja työturvallisuusohjeita
- kaikkia toimintaperiaatteita tai menettelyjä, kuten biomonitorointia tai terveydentilan seurantaa, joista säädetään lainsäädännössä.

Työnantajan on varmistettava, että sinulle tiedotetaan terveydentilan seurannasta tai biomonitorointimenettelyistä ennen kuin alat työskennellä kemikaalin parissa. Työterveyslääkäri tai työterveyspalvelu voi yleensä antaa sinulle tietoa, erityisesti seuraavista seikoista:

- altistumisen mahdollisista terveysvaikutuksista
- onko terveydentilan seurannan tai biomonitoroinnin tarjoaminen lakisääteinen vaatimus
- mitä terveydentilan seuranta- tai biomonitorointiohjelmalla pyritään saavuttamaan ja mitä hyötyä siitä on
- mitä ohjelmaan kuuluu, esimerkiksi kuinka usein sinua testataan ja mitä testejä, kuten verikokeita, saatetaan tarvita
- miten sinulle ilmoitetaan tuloksista
- lääkärin tai asiantuntijan vastaanotolle menoa koskevista vaatimuksista
- oireiden ilmoittamistavasta
- kuka maksaa terveydentilan seurannan, biomonitoroinnin ja testit
- voivatko seurantatulokset vaikuttaa työtehtäviisi ja millä tavoin, esimerkiksi selittämällä olosuhteet, joissa saatat joutua siirtymään muihin tehtäviin
- miten potilastietojasi säilytetään, myös sen jälkeen, kun olet lähtenyt yrityksen palveluksesta ja
- että terveydentilan seurannan ja biomonitoroinnin tulokset ovat luottamuksellisia, ja niitä saa luovuttaa toiselle ohjelmaan osallistuvalla lääkärillä vain, jos annat siihen suostumuksesi.

Työnantajan tai työterveyslääkärin tulee keskustella kanssasi huolenaiheistasi.

Työnantajan on kuitenkin harkittava, tarvitaanko työtehtävääsi varten terveydentilan seurantaa tai biomonitorointia. Tämä on tehtävä työturvallisuus- ja työterveyslainsäädännön nojalla, ja he saattavat lähettää sinut testeihin lainsäädännön noudattamiseksi. Heidän tulee myös ilmoittaa sinulle seurauksista, jos kieltäydyt biomonitoroinnista.

Lähteet

- British Occupational Hygiene Society. (2021). Biological monitoring. A tool for helping to assess workplace exposure. <https://www.bohs.org/app/uploads/2021/08/BOHS-Biological-Monitoring-A-tool-for-helping-to-assess-workplace-exposure-rebranded.pdf>
- Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, & National Institute for Occupational Safety and Health. (2017). *Application of biological monitoring methods for chemical exposures in occupational health*. <https://www.cdc.gov/niosh/nmam/pdf/chapter-bi.pdf>
- Saksan liittovaltion oikeusministeriö. (2019). Ordinance on Preventive Occupational Health Care (ArbMedVV). https://www.gesetze-im-internet.de/englisch_arbmedvv/
- MAK Collection for Health and Safety, German Research Foundation – Permanent Senate Commission for the Investigation of Health Hazards of Chemical Compounds in the Work Area (MAK Commission). <https://series.publisso.de/en/pgseries/overview/mak>
- Good practice guidelines. Biomonitoring of occupational exposure to chemicals. Tukijoina Société française de médecine du travail (Ranskan työterveysjärjestö), Société française de toxicologie analytique (Ranskan analyttisen toksikologian järjestö), Société française de toxicologie clinique (Ranskan klinisen toksikologian järjestö. Lyhyt teksti, toukokuu 2016). <https://www.societefrancaisedesanteautravail.fr/docs/actus/18/Fichier-18-1-003020.pdf>
- Health & Safety Authority (HSA) (n.d.). *Biological monitoring guidelines*. https://www.hsa.ie/eng/publications_and_forms/publications/chemical_and_hazardous_substances/biological_monitoring_guidelines.html
- Health & Safety Executive. (1997). Biological monitoring in the workplace: A guide to its practical application to chemical exposure. <https://www.hse.gov.uk/pubns/books/hsg167.htm>
- International Commission on Occupational Health (ICOH). (2014). *Code of Ethics for occupational health professionals* (third edition). <https://www.icohweb.org/site/code-of-ethics.asp>
- Occupational medicine rule (Arbeitsmedizinische Regel) AMR 6.2 Biomonitoring. Saksa. <https://www.baua.de/DE/Angebote/Regelwerk/AMR/AMR-6-2>
- Taloudellisen yhteistyön ja kehityksen järjestö. (2022). *Occupational Biomonitoring Guidance Document*. OECD Series on Testing and Assessment, No. 370, Environment, Health and Safety, Environment Directorate, OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/11bc2c7a-en>. https://www.oecd.org/en/publications/occupational-biomonitoring-guidance-document_11bc2c7a-en.html
- Safe Work Australia. (2020). *Health monitoring. Guide for persons conducting a business or undertaking*. <https://www.safeworkaustralia.gov.au/doc/health-monitoring-persons-conducting-business-or-undertaking-guide>
- Safe Work Australia. (2020). *Health monitoring. Guide for registered medical practitioners*. <https://www.safeworkaustralia.gov.au/resources-and-publications/guidance-materials/health-monitoring-registered-medical-practitioners-guide>
- Safe Work Australia. (2020). Health monitoring when you work with hazardous chemicals. Guide for workers. <https://www.safeworkaustralia.gov.au/doc/health-monitoring-when-you-work-hazardous-chemicals-guide>
- Scientific Committee on Occupational Exposure Limits. (2014). *List of recommended health-based biological limit values (BLVs) and biological guidance values (BGVs)*. <https://ec.europa.eu/social/BlobServlet?docId=12629&langId=en>
- Maaailman terveysjärjestö. (1996). *Biomonitoring of chemical exposure in the workplace – Guidelines*. https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/41856/WHO_HPR_OCH_96.1.pdf

LIITE 1

Lisätietoja metodologisista kysymyksistä on tässä liitteessä viitteeksi.

Testiparametrin valinta

Uuden biomarkkerin käyttö edellyttää tietoja mahdollisesta metaboloitumisesta, joka on ainekohtaista. Biomonitoroinnin keskeinen piirre on, että biomarkkerit ovat dynaamisia – ne alkavat reagoida altistumisen alkaessa, lisääntyvät altistumisen jatkuessa ja yleensä vähenevät altistumisen päättyttyä. Näiden prosessien tarkka nopeus on spesifinen kullekin altistumiselle/biomarkkerille, ja sitä kutsutaan biokinetiikaksi – imeytyminen elimistöön, jakautuminen veren ja kudosten ympärille, mahdollinen aineenvaihdunta (soveltuvin osin) ja lopuksi aineen tai sen metaboliitin eliminointi. Lisäksi fysiologiset prosessit voivat vaikuttaa aineen käyttäytymiseen elimistössä; tällaisia tekijöitä ovat esimerkiksi kehon koko, hengitystaajuus, fyysinen aktiivisuus, kehon rasvan määrä ja samanaikainen altistuminen muille aineille (mukaan lukien lääkkeet). Siksi on tärkeää ymmärtää, että on olemassa optimaalinen ainespesifi näytteenottoajankohta suhteessa altistumistapahtumaan. Ihmisen aineenvaihduntatietoja ei useinkaan ole saatavilla, joten on tehtävä päätelmiä toksisuustutkimuksista. Aineelle altistumisen seurannassa käytettäväksi suositeltu biomarkkeri voi muuttua ajan myötä, kun tieteellinen tietämys kehittyy tai paremmat välineet mahdollistavat vähäisten mutta luotettavampien metaboliittien tai jopa muuttumattoman yhdisteen havaitsemisen herkemmin.

Kun yksittäisen kemiallisen tekijän osalta on mahdollista mitata itse ainetta ja yhtä tai useampaa sen metaboliittia, emoyhdiste on usein spesifisempi indikaattori. Metaboliittien käyttö auttaa kuitenkin välttämään virheitä, jotka johtuvat näytteiden ulkoisesta kontaminaatiosta. Muita syitä suosia tiettyä altistumisen biomarkkeria jonkin toisen sijaan ovat sen pienempi haihtuvuus tai parempi stabiilisuus tai sen suoraan aiheuttamat kriittiset vaikutukset.

Jos kyky arvioida altistumista on sama ja jos metaboliitti on spesifinen kyseiselle kemialliselle tekijälle, suositellaan, että etusijalle asetetaan mieluummin metaboliittien mittausta kuin emoyhdisteen mittausta, jos

- toksisuus ilmenee metabolisen aktiivisuuden jälkeen ja/tai
- on olemassa todellinen kontaminaatoriski näytteenoton aikana ja/tai
- kemiallinen aine on epästabiili tai haihtuva.

Myös matriisin valinta vaikuttaa: muuttumaton aine mitataan usein verestä tai uloshengitysilmaasta, kun taas virtsa sisältää todennäköisemmin metaboliitteja.

Näytteenotto on kriittinen vaihe, ja tarvitaan menettely, jolla vältetään näytteiden kontaminaatio (esimerkiksi puhdistaminen / käsien pesu ja työvaatteiden vaihtaminen omiin vaatteisiin) ja tehdään kaikki näytteenotto standardoidulla tavalla kontaminoitumattomalla alueella.

Näytteenotto

Näytteenotossa voidaan käyttää erilaisia strategioita/protokollia. Yleensä suositellut näytteenottoajat on suunniteltu siten, että ne sopivat rutiinimaisiin työtapoihin, joten näyte voidaan ottaa esimerkiksi taukojen aikana tai työn päättyessä (joskus viikon tai työvuoron loppupuolella).

▪ Näytteenoton ajankohta

Koska joidenkin aineiden pitoisuus voi muuttua nopeasti, näytteenoton ajankohta on erittäin tärkeä ja se on kirjattava. Näytteenottoajat määritetään kemikaalin retentioaikojen perusteella ihmiskehossa. Mittaukset tehdään joko hengitys-, virtsa-, veri- tai hiusnäytteistä tai näiden yhdistelmästä riippuen seurattavan aineen ominaisuuksista.

Eliminaationopeus on yhtä tärkeä, ja sitä edustaa usein termi puoliintumisaika. Se tarkoittaa aikaa, joka kuluu siihen, että biomarkkerin määrä tietyssä näytetyypissä laskee puoleen alkuperäisestä tasosta. Tämäkin on ainekohtainen parametri, ja se voi vaihdella suuresti, muutamasta minuutista kuukausiin tai vuosiin. Puoliintumisaajan tuntemus määrittää suurelta osin optimaalisen näytteenottoajan. Erittäin lyhyet puoliintumisaajat voivat tehdä biomonitoroinnista epäkäytännöllistä, koska biomarkkerit poistuvat niin nopeasti. Kun puoliintumisaika on pidempi, voi olla suositeltavaa ottaa näyte pian altistuksen päättymisen jälkeen (esim. tunnin kuluessa). Monien aineiden puoliintumisaika mahdollistaa näytteenoton työvuoron lopussa.

Suurin osa imeytyneestä annoksesta (97 %) eliminoituu viisinkertaisen puoliintumisaajan jälkeen, joten aineet, joilla on hieman pidempi puoliintumisaika, voivat kertyä peräkkäisinä altistuspäivinä, ja näytteet voi olla tarkoituksenmukaista kerätä viikon loppupuolella (tai peräkkäisten vuorojen loppupuolella).

Kertyminen on ilmeisempää, kun aineen puoliintumisaika on hyvin pitkä. Tällaisia aineita kutsutaan biokertyviksi tai hitaasti hajoaviksi aineiksi. Erittäin hitaasti hajoavia kemikaaleja ei nykyään käytetä laajalti niiden ympäristövaikutusten vuoksi, joten ne korvataan mahdollisuuksien mukaan lyhyemmän puoliintumisaajan yhdisteillä. Monilla epäorgaanisilla alkuaineilla (metalleilla ja metalloideilla) on kuitenkin pitkä puoliintumisaika. Näissä tapauksissa näytteenottoaika on vähemmän kriittinen, koska näyte kuvastaa yhdistettyä altistumista useiden viikkojen, kuukausien tai jopa vuosien aikana. Tällöin voidaan katsoa, että on parasta määrittää perustaso, esimerkiksi ottamalla näytteitä ennen työvuoroa. On kuitenkin otettava huomioon, että näiden hitaasti hajoavien aineiden väheneminen kestää kauan altistumisen päättymisen jälkeen.

Puoliintumisaika voi olla vaikea käsite, joten on tärkeää noudattaa asiantuntijoiden neuvoja, tai tulokset voivat olla harhaanjohtavia.

▪ **Näytteen hyväksyttävyys virtsanäytteiden osalta**

Jotkin biomonitoroinnin ohjeavot kemikaaleille, joiden pitoisuus riippuu virtsantuotannon määrästä, ilmaistaan suhteessa kreatiniinipitoisuuteen. Näin voidaan korjata kohdeaineen vaihtelevia laimennoksia kertanäytteissä, sillä virtsan väkevyys voi vaihdella suuresti esimerkiksi nesteen saannin muutosten ja nesteen häviämisen, kuten hikoilun, vuoksi. Näytteiden kreatiniinipitoisuuden on oltava $>0,3$ g/l ja $<3,0$ g/l tai ominaispainon $>1,010$ ja $<1,030$. Näiden arvojen ulkopuolelle jäävät näytteet on hävitettävä, sillä hyvin laimeat tai väkevät virtsanäytteet eivät yleensä sovellu seurantaan.

Kirjoittaja: Elke Schneider – Euroopan työterveys- ja työturvallisuusvirasto (EU-OSHA).

Tämä opas on kehitetty Euroopan työterveys- ja työturvallisuusvirastossa (EU-OSHA) olemassa olevien ohjeasiakirjojen pohjalta.

Euroopan työterveys- ja työturvallisuusvirasto tai viraston puolesta toimivat henkilöt eivät ole vastuussa siitä, miten näitä tietoja mahdollisesti käytetään.

© Euroopan työterveys- ja työturvallisuusvirasto 2025

Aineistoa lainattaessa on mainittava lähde.

Sellaisten kuvien tai muun aineiston jäljentämiseen tai käyttämiseen, jotka eivät kuulu Euroopan työterveys- ja työturvallisuusvirasto tekijänoikeuksien piiriin, on pyydettävä lupa suoraan tekijänoikeuden haltijalta.