

Erschienen im Bundesgesundhbl. Bd. 39 (6), (1996), 213-214:

Human-Biomonitoring: Definition, Möglichkeiten und Voraussetzungen

Kommission "Human-Biomonitoring" des Umweltbundesamtes

Umwelt-Monitoring

Systematische Messungen von Stoffkonzentrationen oder physikalischen und biologischen Faktoren in Umweltmedien (Wasser, Boden, Luft), Lebensmitteln und Gegenständen des täglichen Bedarfs, wobei die Messungen entweder einmalig oder aber wiederholt (z. T. regelmäßig) durchgeführt werden und hauptsächlich zum Zwecke der Beobachtung und Überwachung von Belastungssituationen erfolgen.

Human-Biomonitoring

- Belastungsmonitoring
Systematische, unter Beobachtungsaspekten erfolgende, einmalige oder wiederholte Messung der Konzentrationen von Stoffen oder deren Stoffwechselprodukten (Metaboliten) in human-biologischen Materialien (Blut, Serum, Muttermilch, Harn, Haare, Zähne, Ausatemluft, Sektionsmaterial etc.).
- Effektmonitoring
Systematische, unter Beobachtungsaspekten erfolgende, einmalige oder wiederholte Messung biologischer Parameter, die auf Belastungen durch chemische, physikalische oder biologische Faktoren "reagieren" bzw. deren Wirkungen anzeigen (Wirkungsparameter). Da Wirkungsparameter bis auf wenige Ausnahmen unspezifisch sind, können diese in der Regel nur in Zusammenhang mit der jeweiligen Belastung bewertet werden.

Das Human-Biomonitoring kann demnach in ein Belastungsmonitoring (human biological monitoring of exposure) und in ein Effekt-Monitoring (biological effect monitoring) unterteilt werden. Das gemeinsame Charakteristikum aller Human-Biomonitoringverfahren besteht in der vom Probanden losgelösten Untersuchung biologischer Probenmaterialien. Damit ist eine Abgrenzung gegen andere umweltmedizinisch relevanten Monitoring-Verfahren, etwa den zu Monitoring-Zwecken eingesetzten Methoden der Lungenfunktionsprüfung, gegeben.

Exposition/Belastung

Damit wird das „Ausgesetztsein“ eines Organismus gegenüber chemischen, biologischen oder physikalischen Umwelteinflüssen bezeichnet, die je nach Art, Intensität und Dauer der Einwirkung eine Reaktion im Organismus auslösen und damit (Teil-)Ursache von Beeinträchtigungen des Wohlbefindens, Gesundheitsstörungen und Krankheiten sein können.

Die quantitative Beschreibung der Belastung bzw. Exposition erfolgt in der Regel durch Angabe der aufgenommenen Dosis (Tages-, Wochen-, Monats-, oder Jahresdosis). Belastungen werden häufig auch durch Angabe der Konzentrationen oder Intensitäten chemischer, biologischer oder physikalischer Faktoren in Umweltmedien, Lebensmitteln und Bedarfsgegenständen charakterisiert, mit denen der Mensch direkt in Kontakt kommt (z. B. Ozonbelastung, Lärmbelastung).

Die Begriffe Exposition und Belastung werden zumeist synonym verwendet.

Äußere Belastung

Äußere Einwirkungen, denen ein Organismus ausgesetzt ist, und die potentielle Ursache von Beeinträchtigungen des Wohlbefindens, von Gesundheitsstörungen und von Krankheiten darstellen. Der Begriff "äußere Belastung" wird zumeist in Bezug auf definierte chemische, biologische oder physikalische Noxen verwendet (z. B. Bleibelastung, Lärmbelastung, Strahlenbelastung, Dioxinbelastung etc.).

Innere Belastung

Anwesenheit von Stoffen im menschlichen Organismus, deren Quantität in der Regel über die Konzentration der Stoffe oder deren Stoffwechselprodukte in geeigneten Indikatormedien (z. B. Blut, Serum, Urin) abgeschätzt wird.

Wirkung (Effekt)

Im Sinne des Human-Biomonitoring versteht man jede mit Biomonitoring-Verfahren meßbare Änderung eines biologischen Parameters, die aus einer Exposition bzw. Belastung resultiert. Im Bereich der Arbeitsmedizin wird zur Kennzeichnung von Wirkungen häufig auch der aus der Ergonomie stammende Begriff "Beanspruchung" verwendet.

Anwendungsbereiche und Vorteile des Human-Biomonitoring

Im Unterschied zum Umwelt-Monitoring ermöglicht das Human-Biomonitoring die Abschätzung der individuellen Schadstoffbelastung sowie gegebenenfalls der hierdurch ausgelösten biologischen Wirkungen. Es bietet damit in vielen Fällen eine bessere Grundlage zur Beurteilung der individuellen Belastung und des individuellen Gesundheitsrisikos als Umweltmeßdaten.

Die im Organismus meßbaren Stoff- bzw. Metabolitenkonzentrationen reflektieren die Gesamtbelastung des Organismus und stellen das Integral über alle Aufnahmepfade (inhalative, orale und perkutane Aufnahme) dar. Die Meßwerte spiegeln zugleich die individuellen Unterschiede hinsichtlich Aufnahmemenge, Resorption, Stoffwechsel und Ausscheidung wider.

Bezüglich der Anwendung des Human-Biomonitoring lassen sich drei Einsatzbereiche unterscheiden:

1. gezielte Untersuchung einzelner Personen, die einer Belastung durch Schadstoffe oder biologische oder physikalische Einflüsse ausgesetzt sind oder bei denen eine solche Belastung vermutet wird;
2. quantitative Erfassung der inneren Schadstoffbelastung von ausgewählten Personen oder Bevölkerungsgruppen im Rahmen von epidemiologischen Studien;
3. Untersuchungen zur Erkennung von Entwicklungstrends bzgl. der Belastung des Menschen durch Schadstoffe oder biologische und physikalische Faktoren in bestimmten Gebieten.

Voraussetzungen

Untersuchungsmaterial

Das Human-Biomonitoring basiert auf der Untersuchung von biologischen Proben, die in der Regel am lebenden Menschen gewonnen werden. Die Entnahme der Probenmaterialien kann

nur auf freiwilliger Basis erfolgen und muß für die Betroffenen zumutbar sein. Dies bedeutet, daß für die Untersuchung üblicherweise nur leicht verfügbare Probenmaterialien zur Verfügung stehen (Blut, Serum, Plasma, Urin, für spezielle Untersuchungszwecke evtl. auch Muttermilch, Speichel, Haare und Zähne). Gewebeproben stehen im allgemein nicht zur Verfügung. Die Probenmaterialien sind sachgerecht zu entnehmen, zu lagern und zu transportieren.

Verfügbarkeit zuverlässiger Analysenverfahren

Human-Biomonitoring-Untersuchungen sind nur bei solchen Stoffen bzw. Einflußfaktoren einsetzbar, die zu meßbaren Konzentrations- oder Funktionsänderungen im Organismus führen. Für die zu messenden Belastungs- und Wirkungsparameter müssen erprobte und praktikable Meßverfahren ausreichender Spezifität, Sensitivität und Reproduzierbarkeit zur Verfügung stehen. Die Untersuchungen müssen in entsprechend qualifizierten Laboratorien und unter den Bedingungen der statistischen Qualitätssicherung durchgeführt werden.

Wissenschaftliche Grundlagen

Grundlage für die Bewertung von Human-Biomonitoring-Meßdaten sind ausreichende Kenntnisse über die Wirkung, den Metabolismus und die Toxikokinetik der in Frage stehenden Stoffe sowie die Kenntnis der die Grundbelastung kennzeichnenden Referenzbereiche und der die Belastung beeinflussenden Faktoren (z. B. Alter, Geschlecht, Gefahrstoffbelastungen am Arbeitsplatz, Lebensgewohnheiten u. a. m.).

Grundlage für die Beurteilung von Gesundheitsrisiken sind ausreichende Kenntnisse über die Relationen zwischen Belastung und Wirkungen bzw. Gesundheitsrisiko. Derartige Kenntnisse liegen nur für eine relativ kleine Anzahl von Stoffen und Agentien vor.

Datenschutz

Die personenbezogenen Untersuchungsergebnisse unterliegen den Bestimmungen des medizinischen Datenschutzes.

Ethische Gesichtspunkte

Werden Human-Biomonitoring-Untersuchungen im Rahmen von umweltmedizinisch-epidemiologischen Untersuchungen eingesetzt, so sind die Fragestellung und das Konzept der Studie ggf. der zuständigen Ethik-Kommission vorzulegen.

Grenzen des Human-Biomonitoring

- Zwischen den über die verschiedenen Aufnahmepfade zu Stande kommenden Schadstoffbelastungen des Organismus können reine Biomonitoring-Untersuchungen aufgrund ihres integralen Charakters nicht differenzieren. Zur Klärung der Bedeutung der einzelnen Aufnahmepfade bedarf es weiterer Informationen über die Verhältnisse der äußeren Belastung und die Lebensgewohnheiten der untersuchten Person(en).
- Nicht oder nur bedingt anwendbar ist das Human-Biomonitoring bei Schadstoffen und Agentien, die bereits an den äußeren oder inneren Schleimhäuten wirken und systemisch nicht oder nur in geringen Mengen aufgenommen werden (z. B. Reizstoffe, Asbestfasern, Rußpartikel).
- Intrakorporale Belastungen durch Stoffe und Agentien, die eine nur kurze Verweilzeit im Organismus aufweisen und rasch ausgeschieden werden (z. B. durch Abatmung und/oder Metabolisierung und renale Elimination) lassen sich nur in einem engen zeitlichen Zusammenhang mit der äußeren Belastung erfassen.

- Bei Stoffen/Stoffmetaboliten, die bereits physiologischerweise in beträchtlichen Konzentrationen vorkommen oder ausgeschieden werden und die wirksamen physiologischen Regulationsmechanismen unterliegen, lassen sich relativ geringfügige intrakorporale Belastungen in der Regel nicht erkennen.
- Aus den Stoffkonzentrationen, die in den verfügbaren Indikatormedien ermittelt werden, kann nicht unmittelbar auf die Stoffkonzentration am eigentlichen Wirkort geschlossen werden. Probleme ergeben sich dann, wenn zwischen der Stoffkonzentration im Blut oder Urin (respektive in anderen Indikatormedien) und den Konzentrationen im Zielorgan der Toxizität keine hinreichenden Korrelationen bestehen.
- Aus Human-Biomonitoring-Meßdaten kann zumeist nur bedingt auf die verantwortlichen Schadstoffquellen zurückgeschlossen werden. Zur Klärung der Ursachen von erhöhten Konzentrationswerten müssen Human-Biomonitoring-Meßdaten mit Umweltmeßdaten verknüpft und sonstige relevanten Informationen einbezogen werden.
- Nach dem gegenwärtigen Kenntnisstand gibt es bisher nur wenige Möglichkeiten des spezifischen Effektmonitorings (z. B. Parameter des Porphyrin-Stoffwechsels bei Bleibelastung, Acetyl-Cholinesterase bei Exposition gegenüber Organophosphate/Carbamate).

Verhältnis von Umwelt-Monitoring und Human-Biomonitoring

Untersuchungen im Rahmen des Umwelt-Monitoring stellen ein wichtiges Instrument der Umweltbeobachtung und der Gefahrenerkennung dar. Derartige Untersuchungen sind damit ein wichtiger Bestandteil der Gefahrenabwehr, des vorbeugenden und vorsorgenden umweltbezogenen Gesundheitsschutzes, der Primärprävention (Erkennung und Ausschaltung von als gesundheitsschädlich geltenden Einflußfaktoren vor deren Wirksamwerden) und der Erfolgskontrolle umweltpolitischer Maßnahmen.

Die unterschiedliche Bioverfügbarkeit von Schadstoffen in Umweltmedien und die Vielgestaltigkeit der Lebensumstände und Lebensgewohnheiten führen jedoch dazu, daß die individuelle Belastung anhand von Umwelt-Meßdaten häufig nicht exakt vorhergesagt oder abgeschätzt werden kann. Der Vorteil des Human-Biomonitoring besteht demgegenüber in der Abschätzung der effektiven inneren Belastung des Organismus, die aus verschiedenen Quellen und über verschiedene Aufnahmewege resultieren kann. Die individuellen Verhältnisse hinsichtlich Bioverfügbarkeit, Resorption, Kinetik und Ausscheidung gehen dabei unmittelbar in das Untersuchungsergebnis ein. Im Hinblick auf die Beurteilung der individuellen Belastungssituation hat das Human-Biomonitoring somit häufig eine erheblich größere Aussagekraft als die quantitative Erfassung der äußeren Belastung.

Umwelt-Monitoring einschließlich Lebensmittel-Monitoring und Human-Biomonitoring sind nicht als gegensätzliche, sondern als einander ergänzende Untersuchungsansätze anzusehen.