

Comitetul Stiintific Director din Directoratul Comunitatii Europene pentru Sanatate Publica și Evaluarea Riscului, Directoratul General pentru Sanatate si Protectia Consumatorului, Comisia Europeana (SCENIHR) in raportul privind :

"EFECTELE POSIBILE ALE CAMPURILOR ELECTROMAGNETICE ASUPRA SANATATII UMANE"

Opinie adoptata la data de 27 ianuarie 2015, in cadrul sedintei plenare.

Acest Comitet (SCENIHR) se ocupa cu aspecte legate de riscurile de mediu si sanatate, existente sau nou identificate si de probleme complexe, multidisciplinare care necesita o evaluare cuprinzatoare a riscului pentru siguranta consumatorului sau pentru sanatate publica si care nu sunt acoperite de alte comitete.

Exemple de potentiale domenii de activitate includ posibilele riscuri asociate cu interactiunea factorilor de risc, efecte sinergice, efecte cumulative, rezistenta antimicrobiana, noi tehnologii precum nanotehnologiile, echipamente medicale, inclusiv cele care incorporeaza substante de origine animala/umana, tehnica tisulara, produse din sange, reducerea fertilitatii, cancerul organelor endocrine, riscuri generate de factori fizici, asa cum sunt zgomotul si campurile electromagnetice (emise de telefoanele mobile, transmitatori si de locuinte controlate electronic) si metodologii pentru evaluarea noilor riscuri.

Este de asemenea posibil ca acest Comitet sa fie invitat sa abordeze riscurile legate de determinanti ai sanatatii publice si de bolile netransmisibile.

Nota traducatorului: explicatiile/definitiiile unor notiuni care apar in rezumat sunt scrise cu litere italice, intre paranteze si nu sunt neaparat prezentate in Glosarul Raportului.

REZUMAT

Scopul acestui Raport este de a actualiza Raportul SCENIHR din 19 ianuarie 2009 „Efecte asupra sanatatii datorate expunerii la campuri electromagnetice (CEM)” si a Raportului din 9 iulie 2009 „Nevoi de cercetare si metodologii pentru a aborda lipsa de cunostinte referitoare la efectele potentiale ale CEM asupra sanatatii”, in lumina noilor informatii disponibile, cu acordarea unei atentii speciale domeniilor din Raportul anterior in care s-au identificat importante goluri de cunoastere.

In plus, sunt discutate mecanismele biofizice de interactiune si rolul potential al co-expunerii la factori de mediu.

EXPUNERE LA CEM

Expunerea umana la CEM provine din multe surse diferite si are loc in situatii variate ale vietii de zi cu zi.

Campurile artificiale (*generate de om*) statice (*frecventa = $f = 0$ Hz*) se gasesc cu precadere in mediile ocupationale, de munca, cum ar fi in apropierea scannerelor de rezonanta magnetica nucleara (RMN); pe de alta parte, exista linii de curent continuu de inalta tensiune care expun populatia la campuri statice electrice si magnetice.

CEM la frecvente extrem de mici (*ELF: $0 \text{ Hz} < f \leq 300 \text{ Hz}$*) sunt omniprezente. Sursele principale ale acestor campuri, pentru populatia generala, sunt instalatiile electrice din locuinte, aparatele electrocasnice si liniile de distributie si transport a energiei electrice (*la frecventa de 50 Hz*). In ultimii ani, atentia s-a indreptat si asupra expunerii persoanelor care locuiesc in apropierea transformatoarelor instalate in interiorul cladirilor rezidentiale. Este posibil ca expunerea acestor persoane pe termen lung, la campuri magnetice de extrem de joasa frecventa (*50 Hz*), sa se extinda la zeci de microtesla (μT). In prezent, cele mai moderne echipamente electrice folosesc componente electronice pentru reglarea puterii, in locul transformatoarelor. Exemplele includ surse electronice la laptopuri, unelte de foraj, incarcatoare de telefoane mobile si dispozitive similare. In consecinta, frecventele campului magnetic la care suntem zilnic expusi s-au schimbat, in principal prin adaugarea de armonice impare. In special a treia armonica ($3 \times 50 \text{ Hz} = 150 \text{ Hz}$) a devenit o alta frecventa dominanta in mediul nostru.

In locuinte au aparut mai multe aparate electrocasnice care functioneaza in domeniul de frecvente intermediare (*IF: $300 \text{ Hz} < f \leq 100 \text{ kHz}$*). O sursa importanta de expunere in acest domeniu de frecvente sunt plitele cu inductie care au devenit populare in ultimii ani. Acestea pot expune utilizatorii (atat populatia generala cat si lucratorii) la campuri magnetice cu frecventa intermediara mai mari decat nivelurile de referinta din ghidurile de expunere.

In domeniul de radiofrecvente (*RF: $100 \text{ kHz} < f \leq 300 \text{ GHz}$; $1 \text{ GHz} = 1 \text{ gigahertz} = 1000 \text{ de milioane de Hz}$*), de departe cele mai multe aplicatii sunt in domeniul de frecvente mai mari de 100 kHz (100 000 Hz) pana la cativa GHz. Sursele care contribuie la expunerea individuala sunt numeroase. In orice caz, emitorii aflati in imediata apropiere a corpului au devenit principalele surse de expunere a populatiei generale si a lucratorilor. Distanta fata de sursa este principalul determinant al expunerii, impreuna cu puterea emisa si asa numitul duty factor (*fractiunea de timp in care telefonul emite semnal*). In special pentru tesutul cerebral, telefonul mobil folosit la nivelul urechii ramane principala sursa de expunere. In

orice caz, de la prima generatie de telefoane mobile, scopul tehnologiei utilizate a fost reducerea puterii emise de acestea. In special pentru sistemele GSM, introducerea controlului dinamic al puterii a redus puterea medie de iesire la aproximativ 50 % din valoarea nominala din timpul convorbirilor iar folosirea transmisiei discontinue (DTX) in timpul apelurilor vocale a adus o reducere suplimentara de 30 % din puterea medie emisa. Controlul adaptiv al puterii a devenit mai rapid si mai eficient in generatia a treia (3G) de sisteme de telefonie mobila ceea ce a dus la o reducere suplimentara (cu aproape doua ordine de marime) a ratei de absorbtie specifica a energiei (*SAR = rata cu care energia este absorbita in tesut*) comparativ cu telefoanele GSM. In plus, folosirea kiturilor „hands-free” reduce drastic energia absorbita la nivelul capului. Telefoanele DECT - **D**igital **E**nhanced **C**ordless **T**elecommunications (*telefoanele fixe fara fir*), reprezinta alta sursa zilnica de expunere.

Telefoanele de tip Smart, care opereaza in retele cu tehnologii diferite, precum si alte dispozitive portabile wireless, asa cum sunt tabletele si laptop-urile, au dus la cresterea complexitatii expunerii utilizatorului si la modificarea zonei de expunere a corpului.

Din cauza diferitelor surse folosite in apropierea corpului, este important ca la evaluarea riscului sa se tina cont de expunerile multiple. Pentru aceasta ar putea fi necesara o dozimetrie la nivelul organului expus. Aceste aspecte sunt importante si in situatia expunerii ocupationale, de exemplu in cadrul procedurilor de RMN, in care lucatorii sunt expusi simultan la CEM cu frecvente multiple, cu diferite variatii in timp si diferite intensitati.

In mediul ambiental expunerea este dominata de antenele radio-tv, antene ale serviciilor de telecomunicatii private si guvernamentale si de statiile de baza ale comunicatiilor mobile.

Rezultatele campaniilor de masuratori punctuale si ale sistemelor de monitorizare continua a CEM indica faptul ca introducerea noilor tehnologii pentru telecomunicatii mobile, dupa dezvoltarea sistemelor GSM si UMTS, nu modifica substantial nivelurile medii ale CEM din mediul ambiant. In acelasi timp, utilizarea altor tehnologii, asa cum este transmisia digitala radio-tv, a contribuit, in unele regiuni, la reducerea expunerii la CEM in zona de camp indepartat a surselor (*camp indepartat – campul emis de o antena, aflat la o distanta mult mai mare decat lungimea de unda a campului emis*).

A crescut numarul surselor de CEM in interiorul cladirilor. Instalarea punctelor de acces la internet si a statiilor de baza cu raza mica, asa cum sunt, de exemplu, femtocelulele cu tehnologie 3 G, utilizarea hotspot-urilor WIFI si a telefoanelor de tip DECT, a condus la cresterea expunerii de la distante mici a corpului uman (mai mici de 1 m), in timp ce emitorii din camp indepartat nu depasesc nivelul de fond obisnuit.

CEM emise de aceste dispozitive, chiar si atunci cand sunt combinate, determina o expunere marginala fata de nivelurile de referinta din recomandarile europene si internationale.

In general, în ceea ce privește aplicațiile de telecomunicatii, tendinta in tehnologie este de a folosi emitori cu putere redusa, mai aproape de sau pe corpul uman și la frecvente mai mari.

Aplicatiile in domeniul undelor milimetrice si in domeniul de THz (*1 terahertz = 1000 GHz*) vor fi curand disponibile in diferite medii industriale, de exemplu la sistemele imagistice

folosite la controlul nedistructiv al calitatii si in telecomunicatiile in banda larga pe distante scurte.

In mod normal, utilizarea acestor aplicatii nu va afecta semnificativ expunerea medie a populatiei generale. Aceste aplicatii opereaza la putere mica si, datorita adancimii de patrundere mici a CEM la aceste frecvente, sunt expuse doar tesuturile superficiale.

MECANISMELE DE INTERACTIUNE

Sunt bine stabilite mai multe mecanisme de interactiune. Aceste mecanisme permit extrapolarea rezultatelor stiintifice pe intreg domeniul de frecvente si evaluarea pe scara larga a riscului pentru sanatate. Au fost folosite in vederea formularii recomandarilor pentru limitarea expunerii pe intreg domeniul de frecvente, de la campuri statice pana la frecvente de 300 GHz. Sunt cateva studii care au propus alte mecanisme candidate. In orice caz, nu s-a identificat si nici nu a putut fi validat experimental, un mecanism care sa actioneze la om la nivelurile de expunere gasite in mediul obisnuit, de zi cu zi sau care sa permita elaborarea unor concluzii cu privire la riscuri potentiale pentru sanatate in alte conditii de expunere, atat in ceea ce priveste amplitudinea cat si frecventa CEM.

EFFECTE ASUPRA SANATATII – CEM IN DOMENIUL THZ

Numarul studiilor care investigheaza posibilele efecte biologice, non-termice ale CEM cu frecvente in domeniul THz este mic dar a crescut in ultimii ani datorita disponibilitatii unor surse adecvate si a detectorilor.

Studiile in vivo au indicat in principal efecte benefice la sobolani asupra componentelor intravasculare (*trombocyte*) de la nivelul microcirculatiei, afectate in urma imobilizarii sobolanilor, dar nu au abordat efectele toxice, acute si cronice sau carcinogeneza.

Studiile in vitro efectuate asupra celulelor de mamifer depind foarte mult de conditiile de expunere si de obiectivele investigate.

Unele studii sugereaza existenta unor efecte asupra sanatatii datorate expunerii, dar nu au putut fi replicate. Au fost propuse cateva mecanisme teoretice dar care nu au fost validate experimental.

Luand in considerare ca se asteapta o crestere a utilizarii tehnologiilor care folosesc frecvente in domeniul THz, se recomanda intensificarea cercetarii efectelor asupra pielii (pe termen lung, nivel scazut de expunere) si asupra corneei (intensitate mare, expunere pe termen scurt).

EFFECTE ASUPRA SANATATII – CEM DE RADIOFRECVENTA (RF)

In ansamblu, din studiile epidemiologice referitoare la expunerea la campuri de RF generate de telefoanele mobile, nu rezulta un risc crescut pentru tumori cerebrale. In plus, nu rezulta un risc crescut nici pentru alte tipuri de cancer in regiunea capului si a gatului. Unele studii au ridicat intrebari cu privire la cresterea riscului de gliom si de neurinom acustic la persoanele care utilizeaza intensiv telefonul mobil.

Rezultatele studiilor de tip cohorta si de incidenta nu sugereaza existenta unui risc crescut pentru gliom dar ramane deschisa posibilitatea de asociere cu neurinomul acustic.

Studiile epidemiologice nu au indicat existenta unui risc crescut pentru alte afectiuni maligne, inclusiv cancerul la copii.

Rezultatele descrise anterior care arata ca expunerea la CEM de RF generate de telefoanele mobile poate afecta activitatea cerebrala, asa cum indica studiile pe electroencefalograme (EEG) in timpul somnului si starii de veghe, sunt in continuare sustinute de studii recente.

In ceea ce priveste aceste constatari, studiile care au avut ca obiectiv investigarea rolului modularii in pulsuri sau care au folosit mai multe semnale experimentale, indica faptul ca efectele asupra EEG in timpul somnului nu sunt limitate doar la somnul NREM (un studiu indica efecte si in timpul somnului REM) si nici la intervalul de frecvente al fusului.

(REM- Rapid Eye Movement /NREM – somn in care sunt/nu sunt prezente miscarile oculare rapide).

Se pare ca in functie de semnalul CEM, intervalul de frecventa teta si delta din timpul somnului NREM poate fi de asemenea afectat. In plus, in jumatate din studiile experimentale care au investigat macrostructura somnului (in special studiile cu o durata mai mare a expunerii) s-au gasit, de asemenea, efecte, care insa nu sunt consecvente in ceea ce priveste parametrii de somn afectati.

Prin urmare, având în vedere varietatea campurilor aplicate, durata expunerii, numarul de electrozi aplicati precum si metodele statistice utilizate, nu este posibila, in prezent, obtinerea unor concluzii mai ferme.

Pentru potentialele evocate si oscilatiile cerebrale lente, rezultatele nu sunt consecvente. In plus, lipsesc date pentru grupe specifice de varsta. Un studiu indica faptul ca adolescentii si copiii par sa fie mai putin afectati. Rezultatele anterioare din studiile pe EEG, efectuate atat in timpul somnului cat si in stare de veghe, care arata ca activitatea cerebrala poate fi afectata de expunerea la CEM de RF, sunt confirmate si in studiile recente. Cu toate acestea, relevanta modificarilor mici fiziologice ramane neclara si deocamdata explicatia mecanismului lipseste.

In ansamblu, nu sunt dovezi conform carora CEM de RF emise de telefoanele mobile afecteaza functiile cognitive la om. Studiile care cerceteaza posibilele efecte ale CEM de RF asupra functiilor cognitive includ deseori masuratori ai unor parametri multipli. In cazul in care s-au constatat efecte in cadrul studiilor individuale, acestea au fost de obicei observate doar intr-un numar mic de parametri, cu o consistenta mica intre studii referitor la parametrii afectati.

Simptomele atribuite de unele persoane expunerii la diferite CEM de RF pot cauza uneori deficiente grave ale calitatii vietii acestora. Cu toate acestea, cercetarea efectuata dupa precedentul raport al SCENIHR sustine concluzia ca expunerea la CEM de RF nu este legata cauzal de aceste simptome.

Aceste concluzii se aplica populatiei generale, copiilor si adolescentilor si persoanelor cu intoleranta idiopatica la mediu atribuita expunerii la CEM (*persoane cu hipersensibilitate electromagnetica sau electrosensibilitate*). Meta-analize recente efectuate pe baza datelor obtinute din studii observationale si de interventie confirma aceasta concluzie.

In legatura cu simptomele declansate de expunerea de scurta-durata la CEM de RF (masurata in minute pana la ore), rezultate consistente din numeroase experimente de tip „double-blind” (*experimente in care atat investigatorul cat si participantul nu sunt informati daca sunt sau nu expusi la CEM*) aduc dovezi solide in sprijinul ipotezei ca aceste efecte nu sunt cauzate de expunerea la CEM de RF.

Pentru simptomele asociate cu expunerile pe termen lung (masurate in zile pana la luni), rezultatele din studiile observationale sunt in linii mari consecvente si nu sustin existenta unui efect cauzal. Au fost identificate insa deficiente, mai ales in ceea ce priveste monitorizarea obiectiva a expunerii.

Studiile umane cu privire la afectiunile si simptomele neurologice nu arata un efect clar, dar dovezile sunt limitate.

In opinia sa anterioara, SCENIHR a concluzionat ca expunerea la CEM de RF la nivele non-termice nu determina efecte adverse asupra capacitatii de reproducere si de dezvoltare. Aceasta concluzie nu s-a modificat in urma studiilor recente realizate pe om si pe animale. Studiile referitoare la dezvoltarea copilului si la problemele de comportament au rezultate contradictorii si limitari metodologice. Ca urmare, dovezile unui efect sunt slabe. Existenta unor efecte asupra fatului, datorate expunerii la CEM emise de telefonul mobil al mamei, in timpul sarcinii, nu sunt plauzibile, datorita expunerii fetale extrem de scazute.

Studiile asupra fertilitatii masculine nu au calitatea necesara si ofera putine dovezi.

EFACTE ASUPRA SANATATII – CEM CU FRECVENTA INTERMEDIARA (IF)

In general, exista putine studii noi privind efectele asupra sanatatii datorate expunerii la CEM cu IF si, in special, nu au fost efectuate studii epidemiologice. Unele studii in vivo au raportat absenta efectelor asupra capacitatii de reproducere si de dezvoltare pentru CEM pana la 0.2 mT, in intervalul de frecventa de 20 – 60 kHz.

La fel ca in opinia precedenta, SCENIHR considera ca in continuare sunt prea putine studii disponibile si mai mult, nu s-a realizat nici un studiu epidemiologic. Avand in vedere ca se preconizeaza cresterea expunerii ocupationale la CEM cu IF, se recomanda realizarea de studii asupra biomarkerilor si a efectelor asupra sanatatii lucratorilor. Acestea pot fi suplimentate cu studii experimentale.

EFACTE ASUPRA SANATATII – CAMPURI ELECTRICE SI MAGNETICE DE EXTREM DE JOASA FRECVENTA (ELF)

In ansamblu, studiile existente nu ofera dovezi convingatoare pentru o relatie de cauzalitate intre expunerea la campuri magnetice si simptomele subiective (self-reported) raportate. Noile studii epidemiologice sunt in concordanta cu rezultatele anterioare, si anume ca exista un risc crescut de leucemie infantila in situatia unei expuneri estimate medii zilnice mai mari de 0.3 - 0.4 μ T. Asa cum s-a mentionat in Raportul SCENIHR precedent, nu s-a identificat un mecanism si nu exista rezultate din studiile experimentale care sa explice aceasta asociere. Toate acestea, impreuna cu deficientele existente in studiile epidemiologice, impiedica posibilitatea unei interpretari cauzale.

Studiile care au investigat posibilele efecte ale expunerii la CEM cu ELF asupra spectrului EEG in stare de veghe sunt prea eterogene in ceea ce priveste campurile aplicate, durata

expunerii, numărul de electrozi aplicati si metodele statistice utilizate pentru a determina o concluzie ferma. Aceeasi opinie este valabila si pentru aspectele legate de comportament si excitabilitate corticala.

Studiile epidemiologice nu ofera dovezi convingatoare cu privire la existenta unui risc crescut al afectiunilor neurodegenerative, inclusiv dementa, care sa fie asociat cu expunerea la campuri magnetice cu frecventa de 50 Hz (*frecventa retelei*). In plus, nu sunt dovezi pentru efecte in perioada de sarcina. Studiile care se refera la sanatatea copilului in raport cu expunerea materna rezidentiala la campuri magnetice cu ELF in timpul sarcinii, au unele probleme metodologice care trebuie luate in considerare. Aceste studii sugereaza efecte neplauzibile si necesita o replicare independenta inainte de a putea fi folosite in vederea evaluarii riscului.

Rezultatele recente nu indica existenta unui efect al CEM cu ELF asupra capacitatii reproductive umane.

EFACTE ASUPRA SANATATII – CAMPURI MAGNETICE STATICE (SMF)

In majoritatea studiilor in vitro disponibile, SMF mai mari de 30 μ T au avut efecte asupra indicatorilor celulari investigati, desi in unele cazuri efectele au fost tranzitorii.

Expresia genica (*procesul prin care informatia codificata de o gena se utilizeaza la formarea produsului functional, de exemplu, o proteina*) a fost afectata in toate studiile si predominant a rezultat o crestere a indicatorilor. Aceste noi studii sunt consistente cu rezultatele studiilor anterioare.

O serie de studii au raportat existenta efectelor expunerii la SMF la animale, la niveluri de ordinul mili Tesla pana la Tesla. In orice caz, deoarece multe dintre rezultate se limiteaza la studii unice, nu ofera o baza pentru evaluarea riscului.

Studiile observationale au aratat ca miscarea in SMF puternice poate duce la efecte precum vertij (*ameteala*) si greata. Aceste efecte pot fi explicate prin mecanisme bine stabilite si sunt mai probabil sa apara la expuneri mai mari de 2 Tesla. Relevanta acestor efecte pentru sanatatea personalului (*lucratorilor*) ramane neclara.

EFACTE ASUPRA SANATATII – EXPUNERE COMBINATA LA CEM

Cele cateva studii disponibile referitoare la expunerea combinata la CEM diferite nu ofera dovezi suficiente pentru evaluarea riscului. Se recomanda continuarea studiilor care raporteaza efecte asupra integritatii ADN-ului dupa o investigatie de rezonanta magnetica nucleara (RMN). In orice caz, nu este clar care componenta a expunerii complexe la CEM din timpul scanarii poate avea un astfel de efect: SMF, schimbarea on/off a gradientului campului magnetic sau CEM cu RF in pulsuri. Este nevoie de mai multe studii privind integritatea ADN-ului si expunerea la RMN si ar trebui evaluata fezabilitatea studiilor de tip cohorta pentru pacientii care utilizeaza RMN si pentru personalul expus ocupational.

EFACTE ASUPRA SANATATII – CO-EXPUNERE LA STRESORI DIN MEDIU

Rezultatele experimentale publicate dupa Raportul SCENIHR din 2009 indica faptul ca expunerile combinate la stresori din mediu (asa cum sunt agentii fizici sau chimici) si la CEM de ELF sau RF nu au consistenta. In aceleasi conditii, efectele pot sa creasca, sa scada sau

sa nu existe nici o influenta, fara sa fie legate de protocoale experimentale specifice. Din cauza numarului mic de investigatii disponibile si a varietatii mari de protocoale utilizate (diferite substante chimice sau tratamente fizice si diferite conditii de expunere la CEM), nu este posibil sa se ajunga la o concluzie definitiva. Din acest motiv, relevanta pentru sanatate a expunerii simultane la stresori din mediu (asa cum sunt agentii fizici sau chimici) si CEM cu ELF si RF, in conditii reale de expunere, ramane neclara.