

**UNIVERSITATEA DE MEDICINA SI FARMACIE
„ CAROL DAVILA” BUCURESTI
FACULTATEA DE MEDICINA**

**CERCETARI PRIVIND ACTIUNEA CAMPURILOR
ELECTRICE, MAGNETICE SI ELECTROMAGNETICE,
ASUPRA PERSONALULUI EXPUS PROFESIONAL**

REZUMAT TEZA DOCTORAT

**CONDUCATOR STIINTIFIC
PROF.DR. TOMA NICULESCU**

**DOCTORAND
CORNELIA MARCOLT**

BUCURESTI 2008

Medicina muncii este o specialitate medicala care studiaza relatia fiziologica si patologica dintre organismul uman si munca. Prin denumire, este o specialitate de relatie care in cadrul specialitatilor medicale trebuie sa ocupe un loc aparte avand in vedere structura ei, un multisistem de specialitati clinice si paraclinice. Studiind influenta activitatii profesionale asupra sanatatii angajatilor, reiese ca scopul major al medicinei muncii il constituie mentinerea starii de sanatate a acestora, prevenirea accidentelor de munca si a imbolnavirilor ce pot apare din desfasurarea muncii in conditii nesanogene, mentinerea bunastarii fizice, psihice si sociale. Avand in vedere structura si domeniile componente, medicina muncii este o specialitate cu caracter prioritar profilactic. Pentru a accentua caracterul profilactic al medicinei muncii, organisme internationale de medicina muncii au introdus notiunea de sanatate ocupationala, ca sinonim al medicinei muncii.

In viziunea actuala, conceptul de sanatate si securitate in munca presupune atat absenta bolii sau a unei infirmitati, cat si prezenta unei stari de bine fizic, psihic si social, adica starea de sanatate definita de OMS, completat cu un nou concept elaborat de OMS si OIM, acela de cultura a sanatatii si securitatii in munca. Avand in vedere caracterul sau preventiv conceptul modern al medicinei muncii, presupune promovarea sanatatii in munca prin crearea si mentinerea unui mediu de munca sanatos, precum si mentinerea starii de sanatate a angajatilor in legatura cu crearea unei culturi privind sanatatea si securitatea in munca. Medicina muncii sau medicina ocupationala este una din componentele serviciilor de sanatate ocupationala care include o multitudine de specialisti in domenii diferite de sanatate si securitate in munca.

Complexitatea problemelor cu care se confrunta lumea stiintifica, include astazi si expunerea la campuri electromagnetice.

In calitate de beneficiari ai tehnologiilor moderne aflate in plina evolutie, bazate pe producerea, transmitia si consumul de energie electrica, pe comunicatii si transmitia informatiei prin unde electromagnetice, pe efecte chimice si termice ale expunerii substantelor la camp electromagnetic, etc., ne

punem în mod firesc și întrebări asupra eventualului risc pentru sănătate, pe care l-ar putea prezenta interacțiunea câmpului electromagnetic cu organismul uman. Specialiștii în domeniul ingineriei electrice, biofizicii și medicinei își pun problema stabilirii, în condiții științifice cât mai riguroase, a limitelor admisibile pentru nivelurile de expunere. Există autorități profesionale și administrative la nivel internațional, care își asumă obligația corelării și sintetizării informațiilor științifice și a elaborării de reglementări (recomandări, norme, standarde) care să vizeze protecția umană.

În anii 1990, ca răspuns la problemele din ce în ce mai frecvent prezente în mass-media, dar și în literatura de specialitate, în numeroase țări au fost declanșate studii sistematice cu scopul recenzării tuturor datelor disponibile referitoare la influența câmpului electromagnetic de joasă frecvență asupra structurilor biologice, precum și a eventualelor corelații între starea de sănătate a personalului expus radiațiilor electromagnetice și doza acestor radiații.

O atenție deosebită s-a acordat câmpului electromagnetic de joasă frecvență, generat de rețelele de transport și distribuție a energiei electrice, de rețelele electrice de distribuție interioară, de aparatele electrice de joasă tensiune și de terminalele video.

A rezultat un mare număr de rapoarte, elaborate de diverse organizații, cum ar fi, de exemplu: US Environmental Protection Agency (USEPA), World Health Organisation (WHO), National Radiological Protection Board (NRPB) și International Radiological Protection Association (IRPA).

Concluzia generală a fost, de fiecare dată, că nu se poate stabili cu precizie o influență definitivă, clară, a expunerii la radiațiile câmpului electromagnetic de joasă frecvență asupra ratei anumitor afecțiuni (cancerigene, în special). Cu toate acestea interesul public nu s-a redus, ci dimpotrivă a fost alertat de tot mai numeroasele studii epidemiologice.

Studiile recente privind influența câmpurilor electromagnetice asupra organismelor vii au demonstrat că acestea acționează într-un mod deosebit de

complex. Eforturile oamenilor de știință se îndreaptă spre elaborarea de noi normative privind sursele de poluare și pentru implementarea de noi tehnici de protecție a omului față de această agresiune a lumii contemporane.

*Integrată pe aceste coordonate prioritare ale cercărilor prezente, lucrarea de față și-a propus ca **obiectiv** evaluarea impactului campurilor electromagnetice pentru sănătatea lucrătorilor expuși în stațiile electrice de înaltă tensiune în **scopul** eficientizării acțiunilor multidisciplinare de Securitate și Sănătate în Muncă, dedicate gestionării capitalului uman productiv angajat în aceste condiții de muncă.*

Importanța deosebită a acestei lucrări rezidă în **sporul de cunoaștere util în managementul riscurilor ocupaționale** asociate unor locuri de muncă mai puțin abordate ca studiu, dar monitorizate din punct de vedere al medicinei muncii.

Sperăm ca rezultatele acestei lucrări să fundamenteze o strategie viabilă de prevenire și combatere a patologiei asociată acestor riscuri profesionale și să contribuie totodată la eficientizarea serviciilor de sănătate ocupațională oferite segmentului populațional interesat.

În prima parte a lucrării "PARTEA GENERALĂ", sunt prezentate noțiuni de electromagnetism, dar și radiațiile electromagnetice și efectele lor asupra organismului uman. În cadrul acestora sunt prezentate: etiologia, profesuni expuse, patogenia, diagnosticul pozitiv și tratamentul.

În continuare au fost prezentate noțiuni despre câmpul electric, câmpul magnetic și electromagnetic.

Cadrul legislativ este prezentat cu reglementările privind cerințele minime de securitate și sănătate referitoare la expunerea lucrătorilor la campuri electromagnetice și la supravegherea medicală a acestora: HG 1136/2006, Legea securității și sănătății în muncă nr.319/2006 și HG 355/2007.

Influenta instalatiilor electrice asupra mediului inconjurator este prezentata in capitolul 6.

Partea a doua a lucrarii " PARTEA SPECIALA", cuprinde metodologia si modul de desfasurare a studiului.

METODOLOGIE Tipul studiului. Indicatori calculati

Pentru realizarea obiectivelor propuse am apelat la *metodologia unui studiu transversal de tip caz-control*, pe o durata de 3 ani, pe baza de esantion, avand ca baza de cercetare personalul care lucreaza in statii electrice de inalta tensiune.

Am optat pentru *avantajele* acestui tip de studii deoarece acestea sunt examene medicale care se realizeaza intr-un interval relativ scurt de timp, intr-o populatie bine definita, ocazie cu care se poate inregistra atat expunerea cat si rezultatul (boala); prin investigatie anamnestica se poate inregistrarea prezenta unor variabile (caracteristici biologice, genetice, comportamentale), inainte de momentul examenului (care au precedat boala)[80,81].

In general, *scopul* anchetelor transversale este:

- sa determine prezenta bolii, a incapacitatii sau a unor caracteristici personale;
- sa produca indicatori de masurare ai starii de sanatate a populatiei;
- sa permita cunoasterea distributiei unor factori de risc in populatia examinata, concomitent prezentei sau asociati bolii.

Anchetele transversale isi gasesc *domenii de aplicare* in:

- diagnosticul starii de sanatate a unei populatii;
- stabilirea unor prioritati in actiunile de interventie;
- evaluarea unor actiuni;
- in determinarea prezentei asociatiilor epidemiologice.

Dintre *conditiile* pentru realizarea unei astfel de anchete retinem:

- necesitatea de a corespunde unei nevoi reale;
- formularea clara a scopurilor anchetei:
 - administrativ, de planificare;

- prescriptiv (de identificare a bolnavilor in vederea tratarii lor);
- sa fie examinate resursele disponibile;
- stabilirea de prioritati in functie de resurse;
- stabilirea criteriilor de evaluare a actiunii;
- stabilirea metodologiei anchetei;
- pregătirea prealabila a populatiei.

In faza descriptivă a studiului mi-am propus să evidențiez *modelul afectării sănătății* lucratorilor sub impactul expunerii la campuri electromagnetice. In acest scop am analizat rezultatele in dinamica pe trei ani a examenelor clinice periodice si a analizelor biochimice si hematologice.

Totodata am incercat sa evaluez efectele campurilor electromagnetice asupra ritmicitatii circadiene a melatoninei, hormonul glandei pineale.

In acest sens obiectul analizei l-a constituit metabolitul urinar al melatoninei, 6-sulfatoximeletoninei (sinonime: sulfat de melatonina, 6-hidroxi sulfat de melatonina).

In faza analitică, am comparat prevalenta bolilor inregistrate in lotul de expusi cu cele inregistrate la lotul martor, am testat semnificatia statistica a diferentelor si, pe baza datelor obtinute din acest tip de ancheta epidemiologica am masurat:

- frecventa diferitelor boli
- forta asocierii epidemiologice dintre expunere si patologia inregistrata
- impactul actiunii factorului de risc in populatie.

Datele au fost introduse intr-un tabel de contingenta de tipul "2x2", ca cel de mai jos (tabel nr. 1):

Tabel nr.1 - Model de tabel de contingenta

Factor de risc	Boala		Total
	Prezenta +	absenta -	
Prezent +	a	b	a+b
Absent -	c	d	c+d
Total	a+c	b+d	a+b+c+d

unde:

- a = persoanele care fac boala din cei expusi;
- b = persoanele care nu fac boala din cei expusi;
- c = persoanele care fac boala din cei neexpusi;
- d = persoanele care nu fac boala din cei neexpusi;

a+b = totalul expusilor; c+d = totalul neexpusilor; a+c = totalul bolnavilor;
b+d = totalul nonbolnavilor;

Pornind de la definitia conform careia **riscul** este o probabilitate care exprima in cifre frecventa aparitiei unei boli la o populatie a carei expunere este definita, pe baza tabelului de mai sus se poate calcula:

- riscul bolii, la expusi la campuri electromagnetice

$$R_1 = \frac{a}{a+b}$$

- riscul bolii, la cei neexpusi

$$R_0 = \frac{c}{c+d}$$

- riscul relativ, care arata de cate ori este mai mare riscul bolii la expusi fata de neexpusi:

$$RR = \frac{R_1}{R_0}$$

- riscul atribuibil, care arata cu cat este mai mare riscul la cei expusi fata de neexpusi:

$$RA = R_1 - R_0$$

Analiza rezultatelor s-a efectuat conform schemei din tabelul nr.2:

Tabel nr. 2- Interpretarea rezultatelor pe baza valorii riscului calculat

Risc relativ	Risc atribuibil	Concluzia: campul electromagnetic este pentru sanatatea expusilor
RR > 1	RA > 0	factor de risc profesional
RR = 1	RA = 0	factor indiferent

A trebuit sa tin cont de faptul ca pentru ca inferenta rezultatelor sa fie valabila este necesara respectarea anumitor procedee de *alegere* a subiectilor si de culegere a informatiilor, conform teoriei sondajului.

Asa cum este cunoscut, teoria moderna a sondajului statistic s-a dezvoltat din necesitatea de a studia populatii numeroase fara a avea posibilitatea de a examina fiecare element component al acestora. Solutia era de a cerceta un numar limitat de elemente. Acest numar limitat de elemente, de fapt, o subpopulatie, se numeste *esantion*. Un postulat unanim admis este acela ca un esantion ne va spune ceva util despre populatia originara din care a fost extras si pe masura ce volumul esantionului *creste*, proprietatile si structura intregii populatii vor fi mai *fidel relevate*.

In aplicarea cu succes a cercetarii selective o problema care se cere a fi rezolvata este asigurarea unei reprezentativitati a esantionului si a unui nivel satisfactor de precizie.

Un esantion este reprezentativ atunci cand el provine prin extragere aleatorie (randomizata) din baza de sondaj; volumul esantionului determina precizia acestuia. Datorita alegerii intamplatoare, esantionul reproduce populatia

cu unele erori. Aceste erori denumite erori aleatoare sau intamplatoare, pot fi masurate si controlate de cercetatori; in medicina, de regula, se lucreaza cu o probabilitate de 0.95 (95%).

In cazul lucrarii de fata, mărimea eșantionului (n) necesar studiului a fost determinată aplicându-se formula de calcul a eșantionului stratificat cu o eroare maximă acceptată (Δ_x) de 5%, ținând cont de volumul colectivității generale (N), volumul colectivității din stratul aferent unei anumite grupe de vârstă, respectiv vechime și parametrul 1,96- corespunzător distribuției "U" pentru riscul α și un interval de încredere de 95 %. Aplicarea formulei la numărul și structura personalului expus care lucreaza in statii electrice de inalta tensiune a condus la identificarea unui necesar minim de 40 subiecti.

In ceea ce priveste sursa datelor, aceasta a fost constituită din dosarul medical individual existent la nivelul companiei si respectiv rezultatele investigatiilor suplimentare efectuate subiecților incluși în eșantion.

Pentru fiecare individ s-au consemnat într-o fișă ~tip: date de identificare (varstă, vechime totala in activitate, durata expunerii la campuri electromagnetice, greutate, înălțime), stil de viață (consumul de alcool și tutun), antecedente patologice personale, rezultatele investigațiilor clinice și paraclinice efectuate cu ocazia examenelor dinice periodice de la nivelul companiei precum si cele realizate special pentru studiu.

Datele pot fi considerate avand validitate, siguranta si acuratete.

Se cuvine a mentiona totusi, ca dificultati intampinate la nivel metodologic, timpul necesar culegerii tuturor datelor, datorita inexistentei unei banchi de date informatizate a carei gestionare sa serveasca atat nevoilor administrative si monitorizarii expusului cat si ca suport al cercetarii epidemiologice menite să definească prioritățile de intervenție pentru ameliorarea sănătății colectivității expuse în condiții de eficiență sporită; o alta dificultate a fost aceea de a obtine acordul de participare la studiu a subiecților, motivata in

primul rand de frica concedierii in cazul depistarii unor aspecte patologice necunoscute pana in momentul investigatiilor suplimentare.

Prelucrarea statistica s-a efectuat cu ajutorul pachetului de programe EpiInfo 2002 (CDC Atlanta) dedicat studiilor epidemiologice.

Pentru caracteristicile cantitative (ex. varsta, vechime) s-au calculat: *indicatori de tendinta centrala- media*, - precum si *indicatori de dispersie - abaterea standard*. Pentru caracteristicile calitative (tip expunere, prezenta bolii) s-au folosit frecventele absolute si relative.

S-au calculat indicatorii care se referă fie la intensitatea fenomenului (indici de frecvență) fie la ponderea unor caracteristici (indici de structură). Pentru compararea mediilor s-a aplicat *testul "t" Student*. Valoarea probabilitatii pentru care diferenta se datoreaza numai sansei, se noteaza cu "p-value" si se numeste prag de semnificatie sau risc (tabel nr.3)

Tabel nr.3- Interpretarea diferentei statistice in functie de marimea pragului de semnificatie.

p-value	Interpretare	simbol
$p > 0.05$	diferenta nu e semnificativa, orice diferenta este atribuabila intamplarii	ns
$0.01 < p < 0.05$	diferenta este statistic semnificativa	s
$0.001 < p < 0.01$	diferenta foarte semnificativa	fs
$p < 0.001$	diferenta inalt semnificativa	is

Metode si aparatura utilizate pentru analizele biochimice si hematologice

Din sangele subiectilor investigati , *lot expus* si respectiv , *lot martor*, s-au determinat urmatoorii parametrii:

- biochimici: transaminaza glutamic oxal acetica(TGO), transaminaza glutamic piruvica(TGP)- enzime hepatice, colesterol total, HDL- colesterol, LDL- colesterol, triglyceride [91].

- Hematologici: număr de hematii, număr de leucocite, hematocrit, hemoglobina, volum mediu eritocitar.

Determinările biochimice s-au efectuat cu analizorul Labsystem FP-901.

Analizorul chimic Labsystem FP-901, este un aparat compact, controlat de un microprocesor, proiectat să măsoare și să evalueze automat teste clinice cu punct final sau cinetice.

Metode pentru determinarea cantitativa a sulfatului de melatonina (sinonim: 6 - hidroxi sulfat de melatonina; 6-sulfatoximelatonina) in urina umana, prin analiza imunologica a enzimelor - ELISA

Glanda pineala (corpul pineal), a fost numita un transitor neuro-endocrin, datorita rolului sau in fotoperiodicitate.

Hormonul principal al glandei pineale este N-acetil-5-metoxitriptamina sau melatonina, care se sintetizeaza din alanina si triptofan[89,90].

Melatonina inregistreaza cele mai inalte nivele in plasma in timpul noptii. Varful sau caracteristic de noapte pare sa codifice informatiile temporale precum durata noptii.

Reglarea secretiei de melatonina se afla sub control neural. Inervatia simpatica pare a avea un rol principal prin intermediul jeturilor sale de noradrenalina.

Majoritatea cantitatii de melatonina aflata in circulatie este metabolizata in ficat in 6-hidroximelatonina si ulterior in 6-sulfatoximelatonina, care este excretata in urina.

Concentratia de 6-sulfat de hidroximelatonina din urina este bine corelata cu nivelul total de melatonina din sange in timpul perioadei de colectare.

Dozarea 6-OHMS a fost facuta prin metode imunometrice cu kit-uri produse de Immuno Biological Laboratorie IBL.

REZULTATE SI DISCUTII

Caracteristici principale ale loturilor studiate

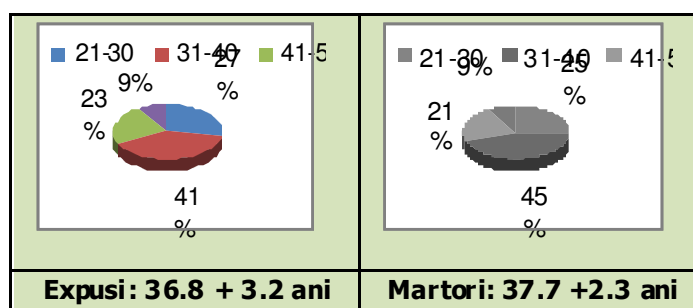
A fost luat in studiu un numar de 44 subiecti, selectati din cadrul personalului angajat in statii electrice de inalta tensiune. Așa cum am mentionat si in metodologie, atat lotul de expusi cat si cel constituit ca „martor” au fost comparabili ca varsta si durata a stagiului profesional, singura diferentiere fiind cea a expunerii ocupationale la campuri electromagnetice. Varsta subiectilor a variat între 21 si 52 ani, media fiind de 36,8 ani in lotul de expusi si respectiv 37,7 ani in lotul martor.

Tabelul nr. 10 prezinta distributia pe grupe de varsta a loturilor studiate.

Tabel nr. 4 - Distributia pe grupe de varsta loturilor studiate

Varsta (ani)	Frecventa absoluta	
	Lot expusi	Lot martor
21-30	12	11
31-40	18	20
41-50	10	9
> 50	4	4
Total	44	44

Atat la angajatii expusi cat si la lotul martor predomina grupa de varsta cuprinsa între 31-40 ani. (grafic nr.I)



Grafic Nr I – Structura loturilor pe grupe de varsta

Toti subiectii investigati au fost de sex masculin, proportia femeilor in randul lucratorilor expusi la campuri electromagnetice fiind neglijabila.

Distributia subiectilor in functie de **vechimea totala** in munca si **vechimea profesionala** la locul de munca actual este prezentata in tabelele nr.5. si respectiv nr.6.

Datele prezentate in tabelul nr.5, evidentiaza faptul ca desi 46 % dintre angajati au o vechimea totala in munca cuprinsa intre 11-20 ani din punct de vedere al duratei expunerii la campuri electromagnetice, un procent de 57% din subiecti au o vechime mai mica de 10 ani (grafic nr.II)

Tabel nr.5.- Distributia expusilor in functie de vechimea totala in munca si vechimea profesionala la locul de munca actual

Variabila		Frecventa	
		absoluta	%
Vechime totala (ani)	≤ 10	14	31.81
	11 - 20	20	45.45
	21 - 30	6	13.63
	≥ 31	4	9.09
Vechime la locul de munca actual (ani)	≤ 10	25	56.81
	11 - 20	12	27.27
	21 - 30	7	15.90

Tabel nr.6 Distributia lotului martor in functie de vechimea totala in munca si vechimea profesionala la locul de munca actual

Variabila		Frecventa absoluta	%
Vechime totala (ani)	≤ 10	15	34.09
	11-20	18	40.90
	21-30	6	13.63
	≥ 31	5	11.36
Vechime la locul de munca actual (ani)	≤ 10	22	50.00
	11-20	10	22.72
	21-30	11	15.90
	≥ 31	1	2.27

Stil de viata

Loturile nu au inregistrat diferente semnificative nici in ceea ce priveste stilul de viata al subiectilor; au fost luate in considerare consumul de alcool si fumatul. Daca in lotul de expusi consumul de tutun este usor mai redus decat in lotul martor (54% versus 66%), consumul ocazional de alcool este aproape egal (59 % versus 57%).

Rezultate privind afectarea starii de sanatate

Examenul clinic

Prezentul studiu si-a propus sa investigheze efectele produse de campurile electromagnetice asupra sanatatii persoanelor expuse profesional pe termen lung, la acest tip de noxa.

In scopul evidentierii posibilelor efecte asupra starii de sanatate s-au analizat, intr-o prima faza a studiului, rezultatele examenului clinic general, pe aparate si sisteme.

Deoarece unele cercetari efectuate in domeniu au sugerat ca principala actiune a campurilor electromagnetice asupra organismului uman este reprezentata de agravarea/accelerarea aparitiei bolilor cardio-vasculare, neurologice si psihice, ne-am focalizat atentia asupra acestor grupe de boli.

Analiza s-a facut:

- in plan temporal: anul 2006 in comparatie cu anul 2004
- in contextul expunerii: lot expusi comparativ cu lotul martor

Pentru fiecare afectiune s-a calculat:

- R_{a1} - riscul de imbolnavire prin afectiunea „a_i” la expusi
- R_{a0} - riscul de imbolnavire prin afectiunea „a_i” la lotul martor
- RR_{ai} – riscul de imbolnavire relativ

În tabelul nr. 7 este prezentat examenul clinic general pe aparate și sisteme, pentru *subiecții expuși* câmpurilor electromagnetice, comparativ în anii 2004 și 2006.

Tabel nr. 7. Examenul clinic general, pe aparate și sisteme al personalului luat în studiu, în dinamică

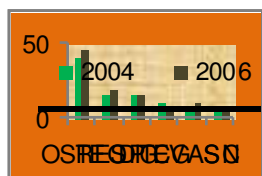
Aparat/sistem afectat	Prevalența înregistrată	
	2004	2006
Tegumente și mucoase	11.36	6.81
Sistem osteo-articular	40.90	47.72
Aparat respirator	15.90	20.45
Aparat cardio-vascular	6.81	11.36
Aparat digestiv	15.90	15.90
Sistem nervos	6.81	6.81
Boli de nutriție și metabolism	2.27	4.54

Rezultatele examenului clinic general pe aparate și sisteme analizate în dinamică pentru anii 2004 și 2006 evidențiază (grafic nr.II)

- o creștere a prevalenței afecțiunilor osteo-articulare
- o creștere a prevalenței afecțiunilor aparatului respirator
- o creștere a numărului de persoane supraponderale
- o scădere a numărului de persoane cu afecțiuni la nivelul tegumentelor și mucoaselor.

Se remarcă o dublare aproape a afecțiunilor cardiovasculare, fapt ce sugerează o posibilă afectare datorată expunerii profesionale.

Dinamica stării de sănătate este prezentată în graficul de mai jos (grafic nr.II).



Grafic Nr.II – Afectarea stării de sănătate pe aparate și sisteme-

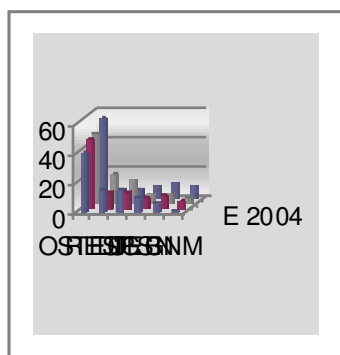
O imagine sugestivă este dată de aprecierea rezultatelor examenului clinic general pe aparate și sisteme pentru lotul martor, comparativ în anii 2004 și 2006 (tabelul nr. 8). Cu excepția aparatului respirator și respectiv, digestiv, toate afecțiunile au o prevalență crescută.

Locul întâi este ocupat de afecțiunile aparatului osteo-articular.

Tabel nr. 8. Examenul clinic general, pe aparate și sisteme al personalului din lotul martor, comparativ în anii 2004 și 2006

Aparat/sistem afectat	% 2004	% 2006
Tegumente și mucoase	6.81	9.09
Sistem osteo-articular	47.72	54.54
Aparat respirator	11.36	6.81
Aparat cardio-vascular	9.09	13.63
Aparat digestiv	11.36	6.81
Sistem nervos	9.09	11.36
Boli de nutriție și metabolism	4.54	9.09

În graficul nr. III este ilustrată dinamica patologiei observate pe tipuri de expunere.



Grafic Nr-III- Dinamica afectării sănătății în funcție de expunere (% cazuri)

În tabelul nr. 9 este prezentată evoluția morbidității generată de expunere.

Tabel nr. 9 – Trendul morbidității în funcție de expunere

Rezultatele examenului clinic general pe aparate si sisteme sugereaza urmatorul model de evolutie a morbiditatii generate de expunere:	
Lot expusi	Lot martor
- scaderea prevalentei afectiunilor la nivelul tegumentelor si mucoaselor - cresterea prevalentei afectiunilor osteo-articulare - cresterea prevalentei afectiunilor aparatului respirator - cresterea prevalentei bolilor cardio-vasculare - cresterea numarului de persoane supraponderale	- scaderea prevalentei bolilor aparatului respirator si digestiv - cresterea prevalentei bolilor cardio-vasculare - cresterea prevalentei bolilor sistemului nervos - cresterea prevalentei afectiunilor la nivelul tegumentelor si mucoaselor - cresterea numarului de persoane supraponderale

Afectarea starii de sanatate prin prisma analizelor de laborator

Atat pentru expusii la campuri electromagnetice cat si pentru lotul martor s-au efectuat urmatoarele analize hematologice si biochimice : Globule roșii, Hematocrit, VEM, Numar leucocite, Hb. %, Trigliceride, Colesterol, HDL-c, LDL-c, TGP, TGO, Ca, Mg.

Interpretarea analizelor hematologice si biochimice in dinamica, evidentiaza situatia prezentata in tabelul nr.10; datele sunt aferente celor doi ani analizati.

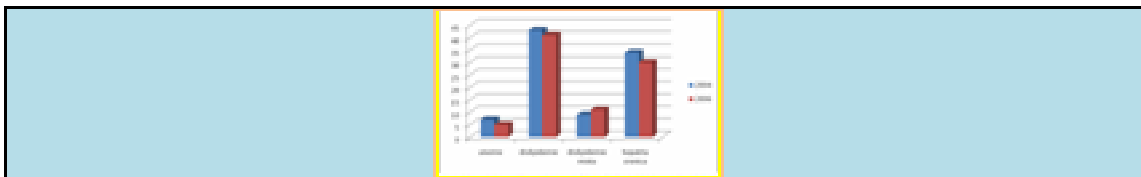
Tabel nr.10 - Dinamica modificarilor hematologice si biochimice

	Frecventa relativa (%)			
	EXPUSI		MARTOR	
	2004	2006	2004	2006
- dislipidemie	43.18	41.02	40.90	36.36
- hepatita cronica	34.09	29.54*	27.27	18.18*
- dislipidemie mixta	9.09	11.36	11.36	11.36
- anemie	6.81	4.54	9.09	4.54

*diferente semnificative statistic ($p=0.415602$)

Dislipidemiile existente in anul 2004 in procent de 43.18 la lotul de expusi, respectiv 40.90 la lotul martor, au scazut semnificativ in anul 2006 la 41.02, respectiv 36.36, datorita respectarii recomandarilor medicale.

In graficul nr. IV, se prezinta prevalenta **acuzelor** /rezultatelor, in dinamica.



Grafic nr. IV Rezultatele examenelor de hematologie si biochimie-lot expusi campuri electromagnetice

Dozari de 6-hidroximelatoninsulfat

Asa cum am mentionat unul din obiectivele lucrarii de fata a fost evaluarea efectelor campurilor electromagnetice de joasa frecventa generate de statiile de inalta tensiune asupra ritmitatii circadiene a melatoninei, hormonul glandei pineale.

Sinteza si secretia melatoninei a fost apreciata prin dozarea 6~sulfatoximelatoninei (sinonime: sulfat de melatonina, 6-hidroxi sulfat de melatonina), metabolitul urinar al melatoninei.

Glanda pineala (corpul pineal), a fost numita un transistor neuro-endocrin, datorita rolului sau in fotoperiodicitate.

Hormonul principal al glandei pineale este N-acetil-5-metoxitriptamina sau melatonina, care se sintetizeaza din alanina si triptofan.

Melatonina inregistreza cele mai inalte nivele in plasma in timpul noptii. Varful sau caracteristic de noapte pare sa codifice informatiile temporale precum durata noptii.

Reglarea secretiei de melatonina se afla sub control neural. Inervatia simpatica pare a avea un rol principal prin intermediul jeturilor sale de noradrenalina.

Majoritatea cantitatii de melatonina aflata in circulatie este metabolizata in ficat in 6-hidroximelatonina si ulterior in 6-sulfatoximelatonina, care este excretata in urina.

Concentratia de 6-hidroxi sulfat de melatonina din urina este bine corelata cu nivelul total de melatonina din sange in timpul perioadei de colectare.

La om, 90% din melatonina se metabolizeaza in 6-hidroximelatoninsulfat (6-OHMS), motiv pentru care concentratiile 6-OHMS in urina reflecta cantitativ concentratiile melatoninei serice.

Tabelul nr.11 - prezinta comparativ rezultatele determinarilor de 6-hidroximelatoninsulfat - metabolitul melatoninei, in anii 2004-2005-2006.

Tabel nr.11 -Modificarea ritmicitatii circadiene a melatoninei in perioada 2004- 2006, in functie de expunere

	Anul 2004		Anul 2005		Anul 2006	
	Expusi	Martor	Expusi	Martor	Expusi	Martor
Ritm normal	42.86%	52.74	52.18%	51.9	48.9%	50.88
Defazare a acrofazei	21.43%	15.3	17.39%	15.6	13.1%	14.9
Aritmii	7.14%	10.2	13.04%	10.1	15.0%	11.1

Analizand rezultatele determinarilor de 6~OHMS urinar in dinamica 2004 - 2006 se constata urmatoarele:

- Numarul persoanelor la care se inregistreaza valori normale ale 6-OHMS creste in anul 2005 la 52.17%, pentru ca in anul 2006 procentul de normalitate sa scada la 48.9%.

- O parte dintre subiectii investigati au prezentat defazari ale secretiei maxime (acrofaza) in avans sau in intarziere fata de ora obisnuita, influentand astfel ritmul circadian. In anul 2004, 21,42 % dintre subiectii investigati au inregistrat defazari ale secretiei maxime a melatoninei, procentul a scazut usor in anul 2005 la 17,39%, respectiv la 13.10% in anul 2006.

- S-a observat o tendinta a scaderii concentratiei maxime a 6-OHMS. Aceste diminuari ale concentratiei de 6-OHMS au fost inregistrate in anii 2005 (17,39%) si 2006 (23.01%). Acest fenomen nu este constant, apare lent dupa o perioada de expunere de cativa ani si nu se poate sti daca efectul este datorat expunerii la campuri electromagnetice sau este un efect fiziologic datorat avansarii in varsta.

- Defazările secreției maxime a melatoninei înregistrate în număr mare în primul an de studiu, par să se transforme în secreții aritmice în ultimii ani după o expunere prelungită la câmpuri electromagnetice. Această afirmație este susținută de rezultatele obținute, din care se observă că, în timp, procentul secrețiilor aritmice crește. Astfel, 7.14% dintre subiecți au prezentat aritmii în anul 2004, procentul a crescut în anul 2005 la 13.04%, în timp ce în anul 2006 această creștere a fost mai accentuată, ajungându-se la 15.0%.

CONCLUZII GENERALE

Expunerea la câmpuri electromagnetice este un fenomen relativ nou, la care oamenii nu sunt adaptați. În general, alterările induse de câmpuri sunt, până la un punct tranzitorii, compensatorii ale organismului, ca răspuns la modificările electromagnetice ale mediului.

Efectele câmpurilor electrice și magnetice asupra organismului uman sunt efecte subtile, cumulative, fiind în prezent dificil de decelat în multitudinea de factori care acționează asupra noastră.

Dintre parametrii urmăriti în această lucrare, elementul de interes a fost hormonul melatonina, știut fiind rolul său antioxidant din organism.

Din analiza rezultatelor obținute, apare ca prim efect prezenta unor defazări ale acrofazei (secreția maximă), de obicei prin întârzieri ale acesteia. În primul an al studiului procentul defazării acrofazei a fost de 21.42%, pentru că în anul 2006 sa scăda la 13.10%. Această scădere a numărului de defazări are o evoluție inversă(în balanță), cu frecvența aritmiilor(până la inversări de ritm).

Probabil este unul și același fenomen și anume deplasarea acrofazei până la apariția unei adevărate aritmii, uneori chiar cu inversarea ritmului circadian.

Această dereglare funcțională nu pare a fi dată de inversarea ciclului somn/veghe prin turele de noapte, deoarece se menține și în perioadele de repaus de după turele de noapte sau după concediu.

Rezultatele examenelor medicale si de laborator(biochimice si hematologice), au evidentiat la unii subiecti modificari care au sugerat diverse afectiuni. Dislipidemiile diagnosticate in urma investigatiilor biochimice, se pot datora mai multor factori: obisnuite culinare, predispozitie genetica.

Aceste modificari nu par a avea legatura cu conditia de munca , nefiind generate de aceasta, dar putand fi influentate de anumiti factori ai locului de munca: munca in schimburi, suprasolicitarea neuropsihica.

Dereglarile functionale initiale ale ritmului secretor circadian al melatoninei sunt urmate in timp de reduceri ale concentratiilor circulante si prin aceasta de dezechilibrarea mecanismelor proprii de aparare ale organismului, fata de radicalii liberi.

Dacă reducerea melatoninei la om este una din consecințele expunerii, este ușor să se rectifice această deficiență. Melatonina se găsește într-un număr de plante alimentare. Mai mult melatonina nu este toxică și este rapid absorbită. Astfel, suplimentul de melatonină ar putea fi un tratament pentru indivizii cu mai puțină melatonină decât normal datorită expunerii la câmpuri electromagnetice sau datorită altor cauze.

PROPUNERI SI RECOMANDARI

In prezent, pe plan mondial, se intreprind actiuni pentru limitarea efectelor campurilor electromagnetice asupra organismelor vii.

In Romania, protectia lucratorilor fata de riscurile profesionale si promovarea sanatatii la locul de munca este reglementata prin documente noi legislative : Legea securitatii si sanatatii in munca nr.319/2006 cu normele de aplicare ale acesteia si Hotararea Guvernului nr. 355/2007, privind cerintele minime pentru supravegherea sanatatii lucratorilor.

Managementul riscului profesional presupune parcurgerea mai multor etape :

- identificarea riscurilor existente sau potentiale, prin monitorizarea mediului de munca si a starii de sanatate a personalului expus ;

- comunicarea riscului factorilor de decizie ;
- actiuni pentru implementarea rapida si eficienta a planului de masuri elaborat in urma determinarii si caracterizarii riscului ;
- elaborarea unor planuri de masuri de prevenire a accidentelor de munca si a imbolnavirilor profesionale ;
- aplicarea managementului in munca prin adoptarea unor obiective ce au drept scop eliminarea sau reducerea riscului profesional prin aplicarea unor masuri tehnico- organizatorice si medicale.

A. Masuri tehnico –organizatorice

- Stabilirea si evidenta locurilor de munca cu risc profesional ;
- Determinari periodice de camp electric si camp magnetic in mediul de munca, efectuate de organisme abilitate ;
- Realizarea de masuri pentru obtinerea unor densitati de putere sub limitele maxime admise :
 - Protectia fata de campuri magnetice puternice, constante si de joasa frecventa, realizand ecrane din materiale feromagnetice care au o permeabilitate ridicata, ca de exemplu din aliaje fier-nichel.
 - Protectia prin limitarea timpului de expunere, utilizand aparate de avertizare acustica sau optica.
 - Protectia prin utilizarea unor ecrane la locul de munca.
 - Protectia prin utilizarea unor suprafete reflectorizante ale campului electromagnetic, ca de exemplu a unor folii metalice.
 - Protectia prin utilizarea unor halate sau alte articole de imbracaminte de protectie, realizate din tesaturi din bumbac, matase, etc. , in structura carora intra fire subtiri metalice, care de exemplu formeaza ochiuri de dimensiunile 0,5 mm.

B. Masuri medicale

- Recunoasterea riscului profesional la locurile de munca prin studiul atent al procesului tehnologic si a conditiilor de munca;
- Examenul medical la angajare si examenul medical periodic, vor fi efectuate cu atentie, cu respectarea contraindicatiilor medicale, conform legislatiei in vigoare;
- Educatia sanitara, se adreseaza cadrelor de conducere tehnico – administrative, in scopul realizarii masurilor tehnico organizatorice, si personalului muncitor, in scopul respectarii regulilor de igiena individuala, purtarii echipamentului de protectie si cunoasterii masurilor medicale de prim ajutor.

Propuneri

- Controlul medical periodic , pentru personalul expus la campuri electromagnetice, va cuprinde si dozarea 6- hidroxi melatoninsulfat in urina pentru cei cu expunere >5ani.

BIBLIOGRAFIE SELECTIVA

1. Ghid practic pentru determinare nivelelor de camp electromagnetic in mediul de munca C.Goiceanu, R. Danulescu Ministerul Sanatatii, Institutul de Sanatate Publica Iasi Editura Pim-2006 pag.13-23.
2. T. Niculescu, A. Todea, I. Toma, A. Pavel, R. Niculescu Medicina Muncii Editura MedMun 2003 Bucuresti, p.263-278
- 3.- Ionescu-Andrei R., Onea C., Toma I., -Fizica- editura Teora-2001
- 4.- Manu P.- Medicina Muncii. Editura Medicala Bucuresti 1983.
- 5.- Niculescu T., -Manual de Patologie profesionala vol.1(1985), vol.2(1987), Editura Medicala 1987.
- 6.- Niculescu T., Dima S., -Boli profesionale prin expunere la radiatii electronice, in Manualul de Patologie profesionala , Niculescu T., sub redactie- Editura medicala Bucuresti 1987, 11-112.
- 7.- Pavel A.- Manual de Medicina Muncii, Editura Cargo Magazin, Bucuresti 2002.
- 8.- Niculescu T., Todea A., Toma I., Pavel A., Niculescu R., Medicina Muncii, editura Medmun Bucuresti 2003.
- 9.- Popescu A., Popescu A.B., Ionita I., Ionita M., - Fizica, Editura Petrion Bucuresti 2003.
10. *** CISPR - C 9.1. Establishment of limits for the radio noise produced by overhead power lines in the range of frequency 0,15...30 MHz, CEI 1996 Internet.
11. *** Electric and magnetic fields produced by transmission systems. Practical Guide for calculation , CIGRE WG 36.01, Paris 1980 Internet.
12. *** CENELEC Electromagnetic fields in the human environment. Low frequencies 0...10 kHz, ENV 50166 – 1/1995, Internet.
13. *** SR CEI 479 – 2: 1995 Efectele trecerii curentului electric prin corpul omului, Internet.
14. Instalatii electrice ale centralelor electrice I. Chiuta, Al. Selischi, Ghe. Comanescu, S. Stoica, Editura Electra-2005
19. Mihaela Morega Mediul de viata si profesional caracterizat ca mediu electromagnetic Internet.
20. Articolul "Impactul instalatiilor electrice asupra mediului inconjurator" de Prof.dr.ing. Golovanov Nicolae; U.P.B. FACULTATEA DE ENERGETICĂ; Lector.ing. Popescu Garibald; Asist. ing. Șerban Manuel; Conf.dr.ing. Flucș Ioan; FACULTATEA DE POMPIERI; Ing. Opriș Mirel; GRUPUL DE POMPIERI „Banat” al jud. Timis, Internet.
21. Cristescu D. s.a. Relatia instalatie electroenergetica – mediu si fundamentarea elementelor de impact. Aspecte de compatibilitate electromagnetica, Simpozion Stadiul Actual si Tendinte in Compatibilitatea Electromagnetica si Tehnica Tensiunilor Inalte, Bucuresti, nov.1997- Internet.
- 22.- Blank M., "Biological mechanism for electric and magnetic field interaction", Biological effects of static and ELF electric and magnetic fields, International Seminar on Biological Effects of Static and ELF Electric and Magnetic Fields and Related Health Risks, Bologna, Italy, June 4 and 5, 1997.
- 23.- Schwan, H.P., Electrical properties of tissue and cell suspension. In Advances in biological and medical physics, Lawrence, J.H. and Tobias, C.A., Eds, V. Academic Press New York, 147-209.

- 24.- Polk C., Physical mechanism for biological effects of ELF low-intensity electric and magnetic fields: thermal noise limit and counter-ion polarisation. In *Electricity and magnetism in Biology and Medicine*, Martin Blank, Ed., San Francisco Press, 543-546, 1993.
- 25.- Tenforde T.S.- Interaction of ELF magnetic fields with living systems. In *Biological Effects of Electromagnetic Fields*, Martin Blank, Ed., San Francisco Press, 1-8, 1996.
- 26.- Bawin S.M., W.R.Adey, Sensivity of calcium binding in cerebral tissue to weak environmental electrical fields oscillating at low frequency. In *proc.Natl.Acad.Sci.USA* 73:99,1976.
- 27.- Kishvink, J.L., A. Kobayashi- Kirshvink, J.C. Diaz-ricci, S.J. Kishvink, Magnetite in Human Tissue: A Mechanism for the Biological Effects of Weak ELF Magnetic Fields in *Bioelectromagnetics S*, 1(12), 101-114, 1992.
- 28.- Cridland, N.A., In vitro studies related to the possible effects of ELF electromagnetic fields on carcinogenesis, *Proceedings of International Seminar on Biological Effects of Static and ELF Electric and Magnetic Fields and Related Health Risks*, Bologna, Italy, June 4 and 5, 1997.
- 29.- Gutzeit, H.O., Biological effects of ELF- EMF enhanced stress response: new insights and new questions. In *Electro-and Magnetobiology*, 20(1), 15-16, 2001.
- 30.- Binh, V.N., Theoretical concepts in magnetobiology. In *Electro and magnetobiology*, 20(1), 43-58, 2001.
- 31.- Chiabrera A., R. Cadossi, F. Bersani, C. Franceschi, B. Bianco, electric and magnetic field effects on the immune system. In *Biol. Effects of Electric and Magnetic Fields*, Carpenter D.O. Ed., vol.2, 121-145, 1994.
- 32.- Lednev, V.V., Possible mechanism for the influence of weak magnetic fields on biological systems. In *bioelectromagnetics* 12(2):71-75, 1991.
- 33.- Uzdensky, A.B., Cytologist's view of resonance mechanisms for biologic effects of ELF magnetic fields. In *Electro-and magnetobiology*, 18(1), 67-78,
- 34.- Raducanu A., Stanca A., Stefan M., Marcolt C., Ioan S., Hurdubetiu S., Neagu C., – Evaluarea impactului instalatiilor din statiile electrice asupra starii de sanatate a personalului de exploatare - Simpozionul National de Rețele Electrice – Oradea 12-13.09.2002.
- 35.- Raducanu A., Stanca A., Stefan M., Marcolt C., Ioan S., Hurdubetiu S., - Evaluarea impactului instalatiilor din statiile electrice asupra starii de sanatate a personalului de exploatare, Simpozion Implementarea Sistemului de Management de Mediu conform standardului ISO 14001 - Baile Herculane, 20-22.05.2003.
- 36.- Raducanu A., Stanca A., Stefan M., Marcolt C., Ioan S., – Evaluarea impactului instalatiilor din statiile electrice asupra starii de sanatate a personalului de exploatare-o prioritate a sistemului energetic - Consfatuirea Nationala a Energiei CNE – FOR EN - Neptun 13-17 iunie 2004
- 37.- Stefan M., Marcolt C., Raducanu A., Stanca A., Neagu C., Dragoiu S., Calota V., Deliu N., – Study on the influence of the electric and magnetic fields upon the personnel's health in power substations, Workshop international ICNIRP, cu tema "Current Trends in Health & Safety Risk Assessment of Work-Related Exposure to EMFs" Milano-Italia 13-17.02.2007.
- 38.- Stefan M., Marcolt C., Raducanu A., Stanca A., Neagu C., Studiu privind influenta campurilor electrice si magnetice asupra sanatatii personalului din