

ARBETSMILJÖ FONDENS SAMMANFATTNINGAR

1221

Effekter på embryonalutveckling av magnetfält från dataskärmar

För innehållet i sammanfattningen svarar Kjell Hansson Mild och Mats-Olof Mattsson, Arbetsmiljöinstitutet, medicinska enheten, Box 6104, 900 06 Umeå, tel 090-16 50 98.

Pnr 84-0970 Strålning (31)

Oktober 1988

Inledning

En fråga som får alltmer intresse idag är om magnetfält i vår miljö har några hälsoeffekter. Bland de effekter som diskuterats i detta sammanhang kan nämnas effekter på fortplantning och fosterutveckling, samt på uppkomst av vissa cancerformer. De magnetfält som är vanligast i vårt samhälle uppkommer ifrån vårt el-nät, som ombesörjer generering och distribution av elektricitet; från apparater för uppvärmning, både i hemmen och i arbetsmiljön; samt från andra apparater som utnyttjar elektricitet som kraftkälla.

Fälten kan karakteriseras t ex med avseende på typ (utseende) och frekvens. Ett vanligt förekommande fält är t ex sinusformade fält, som bl a uppstår i vårt el-nät. Andra former av fält är sågtandsformade fält och fält bestående av fyrkantspulser. Frekvensen hos fältet anges i enheten Hertz (Hz). Det finns fält från några få Hz, t ex 50

Hz fältet från el-nätet, upp till miljontals Hz (MHz). Det är möjligt att effekter på biologiskt material kan vara beroende av fältens form och/eller frekvens. Ytterligare en faktor som kan ha betydelse är fältets styrka. Styrkan (H) anges i enheten A/m, vilken är proportionell mot flödestätheten (B) hos magnetfältet. Denna flödestäthet anges i enheten Tesla (T), eller ännu vanligare, eftersom fälten inte uppgår till så höga värden, i μT ($=10^{-6}$ T).

De fält som avges från bildskärmar är komplicerade till sin natur, och består av flera komponenter. Dels alstras sinusformade 50 Hz fält, dels fält från de spolar som styr elektronstrålens rörelse över skärmen. De senare är sågtandsformade fält, med dels en komponent med en frekvens upp till 100 Hz, dels ett fält med frekvens upp till flera tiotals kHz.

Det finns flera vetenskapliga studier som antyder att dessa, och även andra, fält har effekter på biologiska system. Resultaten

gäller både studier på cell- och molekylärnivå, likväl som på organismnivå. Bland studierna på organismer kan nämnas de försök som gjorts på kycklingens embryonalutveckling. Man anser idag att just kycklingembryot är en bra modell om man vill studera magnetfältens inverkan på fosterutveckling. Det beror på att det verkar vara ett känsligt system, att den normala utvecklingen är väl karakteriserad, och också på att det tekniskt är lätt att studera. Flera grupper i olika länder har rapporterat att olika typer av magnetfält kan ge upphov till ett ökat antal missbildade embryon. Vilka komponenter i magnetfälten som orsakar detta vet man dock inte idag, ej heller vilka grundläggande verkningsmekanismer som ligger bakom.

I det arbete som presenteras här redovisas resultat från en serie experiment på kycklingembryon som utsatts för olika typer av magnetfält. Fälten i fråga är fyrkantspulser, sågtandsformade och sinusformade fält, med varierande flödestätheter och frekvenser.

Utförande

De olika typer av exponeringar som gjorts är sammanfattade i Tabell I. Rent allmänt kan sägas att magnetfälten har erhållits genom att leda ström genom spolar uppbyggda av koppartråd. Med hjälp av transformatorer, signalgeneratorer och förstärkare har

vi kunnat skapa fält med önskad frekvens, form, och flödestäthet. Äggen placerades under försökets gång i dessa spolar.

Befruktade hönsägg inkuberades under ca två dygn i en konstant klimatomgivning, endera i närvaro av magnetfält (exponerade), eller i frånvaro av detsamma (kontroll). De ägg som inkuberades gjordes så i en viss position, för att veta riktningen på embryot både i förhållande till det pålagda magnetfältet och i förhållande till det jordmagnetiska fältet.

Efter inkuberingen öppnades äggen och den del av gulan där embryot utvecklats dissekerades fram. Embryot studerades i stereomikroskop och bedömdes med avseende på förekomst av eventuella missbildningar. Ett missbildat embryo klassificerades som lätt eller gravt missbildat. I denna grupp placerades också embryon som hade stannat mycket tidigt i utvecklingen. För alla undersökta embryon noterades även utvecklingsstadiet enligt ett vedertaget schema.

Resultat och diskussion

I de försök vi gjorde förekom både fall där exponerade embryon ofta klassificerades som missbildade än motsvarande kontroll, samt fall där vi noterade motsatsen. De flesta skillnaderna var dock så små att de efter statistisk bearbetning inte befanns

Exp nr	Frekvens	Vågform	Intensitet
1	100 Hz	Fyrkantspuls	1 μ T
2	100 Hz	Fyrkantspuls	1 μ T
3	20 kHz	Sågtand	0,1 μ T
4	20 kHz	Sågtand	1,5 μ T
5	20 kHz	Sågtand	16 μ T (fältet parallellt med äggets längsaxel)
6	20 kHz	Sågtand	16 μ T (fältet vinkelrätt mot äggets längsaxel)
7	100 Hz	Sinus	1 A/m
8	1 000 Hz	Sinus	100 A/m
9	50 Hz	Sinus	2 mT (fältet parallellt med äggets längsaxel)
10	50 Hz	Sinus	2 mT (fältet vinkelrätt mot äggets längsaxel)

Tabell I. Översikt över de olika exponeringsparametrar som använts i denna serie av experiment på kycklingembryon.

Tabell II. Översikt över kycklingembryoutveckling i närvaro av olika typer av magnetfält.

Exp nr	Antal undersökta embryon	normala (%)	icke-normala (%)	lätt missbildade	gravt missbildade
1.					
Kontr	38	37(97,4)	1(2,6)	—	—
Expon	36	27(75,0)	9(25,0)	7	2
2.					
Kontr	33	24(72,7)	9(27,3)	4	3
Expon	40	33(82,5)	7(17,5)	3	4
3.					
Kontr	39	34(87,2)	5(12,8)	2	2
Expon	31	27(87,1)	4(12,9)	1	3
4.					
Kontr	52	46(88,5)	6(11,5)	2	2
Expon	41	39(95,1)	2(4,9)	0	2
5.					
Kontr	37	32(86,5)	5(13,5)	2	1
Expon	39	32(82,1)	7(17,9)	4	2
6.					
Kontr	36	33(92,0)	3(8,0)	2	1
Expon	29	27(93,0)	2(6,9)	0	1
7.					
Kontr	39	34(87,1)	5(12,8)	0	1
Expon	42	35(83,3)	7(16,7)	2	4
8.					
Kontr	47	33(70,2)	14(29,8)	9	5
Expon	47	39(83,0)	8(17,0)	7	1
9.					
Kontr	58	43(76,8)	13(22,4)	10	3
Expon	52	38(73,1)	15(28,8)	2	12
10.					
Kontr	54	38(70,4)	16(29,6)	6	8
Expon	58	41(70,7)	17(29,3)	8	9

vara signifikanta. En översikt över resultaten ges i Tabell II.

Signifikant fler lätt missbildade embryon uppträdde i experiment 1, där ett pulsat magnetfält med frekvensen 100 Hz, 0,5 ms pulsduration, 40 us stig- och falltid, samt ett toppvärde på 1,0 uT i flödestäthet användes. Detta resultat är dock lite märkligt, då experiment 2 (som innebar samma typ av exponering) inte gav sådana resultat. Skillnaden mellan experimenten bestod i att äggen kom från olika raser av värphöns, från en blandras i experiment 1 och från rasen White Leghorn i experiment 2. Det är möjligt att skillnaden i resultat delvis kan

tillskrivas olika känslighet för magnetfält hos de olika raserna. En annan tänkbar orsak kan vara den stora biologiska variation som verkar finnas. Missbildningsfrekvensen hos kontrollen varierar nämligen i våra experiment från knappt 3 % ända upp till nästan 30 %. Troligen spelar också hönsens ålder och kondition in.

I experiment 9 (50 Hz sinusformat fält, 2 mT) hade den exponerade gruppen signifikant fler gravt missbildade embryon. De missbildade var fler bland de exponerade även i experiment 10, en skillnad som dock inte är signifikant. Skillnaden mellan dessa experiment består i hur riktningen på den

av magnetfältet inducerade strömmen är orienterad i förhållande till embryot. I experiment 9 är denna strömriktning parallell med embryots längsaxel, medan strömmen gick runt embryot i experiment 10. Just den inducerade strömmen har av vissa författare angetts som en viktig faktor för biologiska effekter av magnetfält. Resultaten i experiment 5 och 6 skulle också kunna tyda på en sådan effekt, då vi såg fler missbildade embryon bland de exponerade i experiment 5 (med strömmen parallell med embryots längsaxel), i motsats till experiment 6 (med den inducerade strömmen gående runt embryot) där kontrollen hade fler missbildade embryon.

I experiment 1 var huvudets nervsystem (dvs hjärnanlagen) det organsystem som var mest drabbat av missbildningar bland exponerade embryon. Skillnaden mellan kontroll och exponerade var signifikant i detta fall, liksom i experiment 9 där hjärta och blodkärlsförsörjningsområdet var signifikant förhöjt abnormt bland de exponerade. Annars var tendensen den att skador på nervrör och somiter var vanligast, både bland exponerade och kontroll. En annan trend var att missbildade exponerade em-

bryon var mer abnorma än motsvarande kontrollembryon.

Slutord

Resultaten i detta arbete ger inget definitivt besked om huruvida magnetfält är en orsak till missbildningar under fosterutvecklingen. Vi kan heller inte säga vilka fysikaliska parametrar i ett magnetfält som kan ha effekt på biologiskt material. Denna, och andra studier antyder dock att vi inte får negligera magnetfält som tänkbara hälsorisker. Uppenbarligen behövs mer forskning inom området, både för att kunna fastlägga vilka mekanismer som är involverade när magnetfält påverkar biologiskt material, och för att kunna bestämma gränsvärden för magnetfältsexponering.

Rapporten

Effekter på embryonalutvecklingen av magnetfält från dataskärmar (24 sid) kan rekvireras till självkostnadspris från docent Kjell Hansson Mild, Arbetsmiljöinstitutet, medicinska enheten, Box 6104, 900 06 Umeå, tel 090-16 50 98.

Arbetsmiljöfonden

Box 1122, 111 81 Stockholm
Tel 08-796 47 00 (vx)