

ARBETSMILJÖ

FONDENS

SAMMANFATTNINGAR

1027

Helkroppsvibrationer – förekomst samt effekter på människan

För innehållet i sammanfattningen svarar Ulf Landström och Ronnie Lundström, Arbetarskyddsstyrelsens Forskningsavdelning, Tekniska enheten i Umeå, Box 6104, 900 06 Umeå, tel 090-16 50 95.

Pnr 78-1550 Vibrationer (33)

Januari 1987

Bakgrund

Exponering för vibrationsrörelser samt påföljande centralnervösa bearbetning av intryck, kan utgöra grunden för olika typer av påverkan; nedsättning av visuella intryck, balansrubbing, reducerad komfort, ökad trötthet, sänkt koncentrationsförmåga, irritation, obehag m m. Avsevärda skillnader föreligger givetvis individer emellan, vad gäller dessa former av påverkan. Upplevelserna samt graden och typ av påverkan beror bl a av exponeringsnivå, frekvens, tid, kroppsvikt, längd, stressfaktorer eller tidigare erfarenhet av vibrationsexponering.

Här redovisade projekt har inriktats på fältstudier av vibrationsexponering i sittande och stående arbetsställning. Den laborativa delen avser undersökningar rörande perceptionsförhållanden, upplevelser samt fysiologisk påverkan vid olika typer av exponeringsmönster.

Perception

Metod

Perceptionströskelbestämningar med avseende på helkroppsvibration i sittande och stående ställning har genomförts i laboratorium med hjälp av en speciellt konstruerad simulator bestående av ett elektrodynamiskt vibrationsystem. Studierna har omfattat frekvensområdet 1–125 Hz. Vid tröskelbestämningen i sittande ställning satt försökspersonerna på en på vibratormonterad förarstol. Vid studiet av perceptionsförhållanden i stående ställning hade i stället en styv spånplatta monterats på vibratorm. Under perceptionströskelbestämningarna reglerades vibrationsnivån av försökspersonen via tryckknappar. Signalerna filterades och förstärktes före slutlig utskrift på nivåskrivare.

Resultat

Signifikanta skillnader tycks ej föreligga mellan individernas förmåga att detektera vibrationsrörelser i sittande och stående ställning. En tendens till lägre perceptions-trösklar i sittande ställning tycks dock föreligga. Undersökningen visade att frekvenser under 3 Hz, vid såväl sittande som stående exponering, vanligtvis upplevs som svängningsrörelser mot hela kroppsvolymen. Högre vibrationsfrekvenser, över 30 Hz, detekteras sällan djupare än av periferä hudpartier, säte vid sittande exponering eller fötter vid stående exponering. I mellan-frekvensområdet lokaliserades upplevelserna till specifika kroppsdelar beroende på frekvens, nivå, vibrationsriktning och kroppshållning. Tröskelnivån för perception varierade inom området 0.003–0.1 m/s². De lägsta tröskelnivåerna uppmättes vid de lägsta frekvenserna.

Undersökningen visade dessutom att personer med hög kroppsvikt uppvisar högre perceptionströsklar än lätta individer vid sittande exponering. Vid stående exponering föreligger emellertid ett omvänt förhållande.

Efter en 10 minuter lång vibrationsexponering, ca 40 dB över perceptionströskeln, noterades vid flertalet frekvenser, en temporär nedsättning av förmågan att detektera helkroppsvibrationer. Nedsättningen var omedelbart efter exponeringens slut i storleksordningen 5–15 dB relativt den initiala tröskeln och förelåg vid såväl sittande som stående ställning. Återhämtningen var till en början snabb men avtog med tiden.

Vakenhet

Metod

Sinusformade (3 Hz), brusformade eller stötformade vibrationer, genererades i vertikal riktning (z) via ett elektrodynamiskt vibrationssystem bestående av en vibrator, effektförstärkare samt styr- och reglerelektronik. Exponeringen utfördes vid linjära nivåer 110 dB (rel 1 $\mu\text{m/s}^2$). Accelerationsnivån registrerades mellan förarstolens säte och den sittande försökspersonen med en standardiserad mätplatta.

Varje försökstillfälle omfattade sju 15-minutersperioder; paus, exponering, paus, exponering, osv. Total försökstid var 1 timme och 45 minuter. Varje 15-minutersperiod indelades i en 10-minutersperiod med öppna ögon samt en 5 minuter lång blundperiod. Bedömningen av försökspersonens vakenhet baseras på kontinuerlig registrering av EEG och puls. EEG-signalen undergick spektralanalys varvid förhöjd thetaaktivitet och sänkt alfaaktivitet under blundning utgör indikation på förhöjd sömnhet. Hjärtfrekvensen analyserades mot bakgrund av att sänkt puls utgör tecken på sänkt vakenhet.

Resultat

Resultaten från undersökningen framhäver ett samband mellan helkroppsvibration och förändrad vakenhet. Jämförelser mellan sinusformad, brusformad och stötformad exponering visar på en högsta sömnhetsgrad under sinusformad exponering. Försökspersonerna uppvisar genomgående lägre vakenhetsgrad under 3 Hz vibrationsexponering jämfört med intilliggande stillastående pausperioder. Även brusformad exponering redovisar en sänkt vakenhetsgrad jämfört med pausperioder utan exponering. Den stötformade exponeringen påverkade ej nämnvärt försökspersonernas vakenhetsgrad.

Sinusformade lågfrekventa rörelser utgör således den optimala vibrationsstimulisignalen för framkallande av sänkt vakenhet. En förutsättning tycks vara att stimuleringen ej överstiger nivån för obehag vilket innebär en övergång till väckande signaler. Att brusformig vibrationsstimulering på motsvarande sätt kan utgöra en faktor för framkallande av trötthet kan förklaras av den delvisa monotoni och påföljande tillvänjning som där förekommer. Att brusformad exponering utgör en lägre trötthetsframkallande faktor än renodlad sinusformad exponering beror sannolikt på skillnader i variation i signalgivning. Stötformad exponering utgör genom sin variabilitet som väntat ett motsatt väckande stimuli. Undersökningen utgör stöd för teorin att rytmiska och monotona vibrationssignaler kan utgöra faktorer för nedsatt vakenhet.

Den trötthetsframkallande effekten minskar med ökat inslag av frekvens- och amplitudvariation.

Balans

Metod

Vibrationsexponeringen bestod av sinusformade svängningsrörelser 2 Hz, 120 dB (rel $1 \mu\text{m/s}^2$) alstrade från ett elektrodynamiskt system bestående av en vibrator, effektförstärkare samt tillhörande styrelektronik. Försökspersonerna stod på en balanskraftplatta fastmonterad på vibratorm. Exponeringen utfördes i x-led. Försöket omfattade studier av balans under tre olika betingelser; före vibrationsexponering, FV, under vibrationsexponering, E, samt efter vibrationsexponering, EV. Registreringen av balans baserades på studier av tyngdpunktsförflyttning. Tyngdpunktens förflyttning registrerades av balansplattan i två koordinater a_x och a_y , vilka motsvarar tyngdpunktens förflyttning i sidled resp framåt/bakåt. Resultaterande kraftsignaler indelades i nivåklasser där varje klass motsvarar en förflyttning inom 6 mm av tyngdpunktens momentana läge på plattan. Resultatet av undersökningen redovisades i histogram avseende procentuell tid för tyngdpunktens läge i olika nivåklasser. Höga värden inom ett fåtal närliggande nivåklasser indikerar god balans, bredare fördelning av antalet nivåklasser utgör indikation på försämrad balans.

Resultat

Undersökningen omfattade 10 friska försökspersoner (5 kvinnor och 5 män). Några skillnader i påverkan på balans kunde ej noteras mellan kvinnor och män. Resultaten från samtliga 10 försökspersoner utgjorde underlag för beräkning av tyngdpunktens genomsnittliga fördelning inom nivåklasser för FV, E och EV. Bästa förmåga till upprätthållande av balans noterades som väntat under FV med höga värden inom ett fåtal nivåklasser. Sämsta balans noterades under E, låga värden fördelade på flera nivåklasser. Perioden EV redovisar bättre balansvärden än perioden E men sämre än FV. Förändringarna av balans, framåt-bak-

åt och i sidled, analyserades även mot bakgrund av påförd vibrationsriktning.

Redovisade resultat visar på ett samband mellan lågfrekvent sinusformad vibrationsexponering och balansstörning. Undersökningen utgör inledningen till ett större projekt där avsikten är att studera balansens påverkan av olika typer av vibrationsexponering med avseende på frekvens, nivå, tid m m. Särskilt intresse kommer att ägnas autentiska vibrationssignaler och det sätt på vilket påvisade störningar i balans kan återverka i en arbetssituation, med hänsyn till bl a prestationsförmåga, komfort, olycksfallsrisk m m.

Entreprenadfordon

Metod

Femtiosex entreprenadfordon av typen dumprar, grävmaskiner, väghyvlar, bandschaktare, hjullastare och traktorgrävare undersöktes med avseende på maskinförarnas exposition för helkroppsvibrationer. Mätningarna gjordes i 15–25 minuter och under normala arbetssituationer med en standardiserad mätplatta som placerats mellan förarens stuss och stolens sittdyna. Registreringarna har gjorts i tre riktningar och inom frekvensområdet 1–80 Hz.

Resultatet har ställts i relation till Svensk Standard för helkroppsvibrationer, SS-ISO 2631-1982, och ASS' förslag till föreskrift för vibrationer från februari 1983. Analysarbetet har därför för alla mätriktningar omfattat en bestämning av ekvivalenta tersband och bredbandigt vägda nivåer samt en analys av förekomsten av stötar med högre toppfaktor än 6.

Resultat

I allmänhet var det vertikala vibrationer i z-led inom frekvensområdet 1–4 Hz som gav upphov till begränsningar i exponeringstid. Vibrationsmiljön i bandschaktarna visade sig ge upphov till de kortaste exponeringstiderna, ca 4 timmar. För både dumprar och hjullastare gav resultatet upphov till stor spridning i exponeringsgräns, från 2 till mer än 8 timmar. För övriga maskiner uppmättes en förhållandevis acceptabel vibrationsmiljö. Medelantalet stötar per mätrikt-

ning var för samtliga fordonsggrupper mindre än tre stötar per fordon och anmärkningsvärt nog högst bland grävmaskiner.

Arbete i stående ställning

Metod

Ett hundratal arbetsplatser på fartyg, flygplan, tåg, tryckerier och sågverk har undersökts med avseende på personalens exposition för helkroppsvibrationer vid arbete i stående ställning. Mätningarna gjordes i 15–25 minuter och under normala arbets-situationer med en standardiserad mät-platta som fixerats på det underlag som personalen uppehöll sig vid. Registreringarna har gjorts i tre riktningar och inom frekvensområdet upp till 100 Hz.

Resultatet har ställts i relation till Svensk Standard för helkroppsvibrationer, SS-ISO 2631-1982, och ASS' förslag till föreskrift för vibrationer från 1984. Analysarbetet har därför omfattat en bestämning av ekvivalenta tersband och bredbandigt frekvensvägda nivåer för alla mätriktningar.

Resultat

Genomgående för alla miljöer kan sägas att låga vibrationsnivåer har uppmätts, i allmänhet lägre än 100 dB, och i några fall har de inte ens nått över perceptionströskeln. I allmänhet återfanns de högsta vibrationsnivåerna i z-led men på isbrytare förekom även arbetsplatser där vibrationerna i x-led dominerade. Några rekommendationer om reducerad arbetstid blir här inte aktuellt, vare sig vid jämförelse med Svensk Standard SS-ISO 2631-1982 eller med Arbetarskyddsstyrelsens förslag till föreskrift.

Rapporter

Lundström R, Landström U. Biologiska effekter av vibrationer. Arbetarskyddsstyrelsen, Utbildning 1981: 5, 1981.

Landström U, Lundström R, Söderberg L. Upplevelser, perception samt temporära tröskelförändringar under exponering för helkroppsvibration. Arbetarskyddsstyrelsen, Undersökningsrapport 1982: 37, 1982.

Landström U. Occupational aspects of infrasound and whole body vibrations. Arhig rada toksikol, No 34, 287–293, 1983.

Landström U, Lundström R, Strandberg U-K. Perceptionsförhållanden avseende helkroppsvibrationer i stående ställning. Arbetarskyddsstyrelsen, Undersökningsrapport 1983: 17, 1983.

Landström U, Lundström R. Perception och vakenhetsförändringar under exponering för helkroppsvibration. Arbetarskyddsfondens seminarium för helkroppsvibrationer, Stockholm juni 1983.

Landström U, Lundström R, Söderberg L, Englund K. Vakenhetsförändringar under exponering för helkroppsvibration. Arbetarskyddsstyrelsen, Undersökningsrapport 1983: 22, 1983.

Landström U, Lundström R, Strandberg U-K. Perception för horisontella vibrationer i stående ställning. Arbetarskyddsstyrelsen, Undersökningsrapport 1983: 40, 1983.

Landström U, Englund K, Lundström R, Strandberg U-K. Vakenhetsförändringar vid exponering för brusformad helkroppsvibration. Arbetarskyddsstyrelsen, Undersökningsrapport 1984: 20, 1984.

Landström U, Englund K, Lundström R, Norström B, Åström A. Förändringar av vakenhet under exponering för stötformad helkroppsvibration. Arbetarskyddsstyrelsen, Undersökningsrapport 1985: 22, 1985.

Landström U, Lundström R. Changes in wakefulness during exposure to whole body vibration. Electroencephalography and clinical Neurophysiology, Nr 61, 411–415, 1985.

Åström A, Lundström R, Landström U. Laboratoriestudier avseende helkroppsvibrationernas effekter på vakenhet. Nordiskt Arbetsmiljömöte, Helsingör 1986.

Åström A, Lindberg L, Landström U. Laboratorieförsök avseende exponering för helkroppsvibration och dess effekter på balans. Nordiskt Arbetsmiljömöte, Helsingör 1986.

Lundström R. Sensations, perception thresholds and temporary threshold shifts of whole body vibrations in sitting and

standing posture. Journal of Low Frequency Noise and Vibrations, 1986.

Lindberg L, Åström A, Lundström U. Studier av balansförändringar under och efter exponering för helkroppsvibration. Arbetarskyddsstyrelsen, Undersökningsrapport 1986: 24, 1986.

Lundström R, Lindberg L. Helkroppsvibra-

tioner i entreprenadfordon. Arbetarskyddsstyrelsen, Undersökningsrapport 1983: 18, 1983.

Lundström R, Lindberg L. Helkroppsvibrationer vid arbete i stående ställning. Arbetarskyddsstyrelsen, Undersökningsrapport 1984: 40, 1984.

Arbetsmiljöfonden

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

ISSN 0283-6718 Norsledts Tryckeri, Stockholm 1987