

氏名・(本籍) 埜田和史(広島県)
学位の種類 医学博士
学位記番号 医博第98号
学位授与の要件 学位規則第5条第1項該当
学位授与年月日 平成3年3月23日
学位論文題目 合成帯域振動曝露による指尖振動感覚閾値の一時的移動に関する実験的研究

審査委員 主査教授 上島弘嗣
副査教授 渡部真也
副査教授 横田敏勝

論文内容要旨

〔目的〕

振動刺激曝露後の振動感覚閾値の一時的移動 (Temporary threshold shift of vibratory sensation ; TTS_v) を指標として、広帯域振動曝露の振動感覚に対する影響を、その分割成分個々の影響から推定する方法について検討した。

〔方法〕

指尖振動感覚の閾値測定に関して訓練された8人の健康な男子を被験者として、その左手に振動曝露を行い、曝露前後の振動感覚閾値より TTS_v を求めた。曝露振動は、白色雑音信号より得た、中心周波数が63 Hz、200 Hz、500 Hzの3種類の1/3オクターブ帯域振動で、曝露は、加振機に取り付けられたハンドルを4 kgの把持力で握った状態で4分間行った。振動感覚閾値の測定は、自記式固定周波数振動感覚計を用い、検査振動を125 Hzとし、左第3指指尖腹側部で、曝露前、および曝露直後より2分目までは30秒ごとに、以後5分目までは1分ごとに、その後は7分目と10分目に測定した。実験Ⅰでは各帯域振動の単独曝露を行った。曝露振動の加速度は、1g、2g、4g、8g (1g = 9.8 m/sec²) の4種類とした。影響の指標としては、振動曝露後の TTS_v の回復過程の検討結果より、曝露直後 (0秒目) の TTS_v (TTS_v・₀) を推定し、曝露振動の加速度と TTS_v・₀ との量効果関係を明らかにした。実験Ⅱでは、実験Ⅰで用いた3つの帯域振動のうち2つの帯域振動を組み合わせた、3種類の合成振動の曝露を行った。合成する2つの帯域振動の加速度は、実験Ⅰで得られた、被験者ごとの曝露振動の加速度と TTS_v・₀。

との量効果関係から、2つの帯域振動それぞれが等しい $TTSv \cdot \circ$ を惹起すると推定される加速度とした。合成振動曝露によって得られた $TTSv \cdot \circ$ を、合成する2つの帯域振動の単独曝露により生じると推定される $TTSv \cdot \circ$ との関係で検討した。

〔結果〕

実験Ⅰの結果：単一带域振動曝露後3分以内の $TTSv$ の回復過程は、曝露後の時間の指数関数で表わされると仮定し、個々の曝露実験ごとに回帰分析を行ったところ、決定係数は0.866～1.000と高く、回帰式は良い適合性を示した。 $TTSv \cdot \circ$ は加速度を底とする累乗に比例すると仮定し、個々の被験者について回帰分析を行ったところ、決定係数は0.674～0.935と高く、回帰式は良い適合性を示した。

実験Ⅱの結果：合成振動曝露後3分以内の $TTSv$ の回復過程についても、実験Ⅰと同様の回帰分析を行ったところ、決定係数は0.886～1.000と高かった。合成振動曝露による $TTSv \cdot \circ$ が、合成振動を構成する単一带域振動の曝露により生じると推定される $TTSv \cdot \circ$ と等しいという仮説は、全測定結果について検討した場合にも、被験者別測定結果について検討した場合にも、5%の有意水準では棄却されなかった。合成による加速度の増大が比較的大きい場合、すなわち加速度比が1.12倍以内の場合の結果についても検討したが、同様の結果であった。

〔考察〕

個々の曝露における $TTSv$ の回復は指数関数的減衰にきわめてよく近似した。これは、本研究では、著者らが試作した、従来の測定法に比べてより精度の高い閾値と測定時刻を得ることができる自記式固定周波数振動感覚計を用いたことによると考えられる。また、振動加速度と各被験者ごとに得られた $TTSv \cdot \circ$ との間には高い相関があり、得られた回帰式より、被験者ごとに任意の加速度で生じる $TTSv \cdot \circ$ を高い信頼度で推定することができた。

複数の振動を合成して影響をみた研究としては、唯一、前田(1988)のものがあるが、その研究では、かなり異なる大きさの $TTSv$ を生じさせる振動を合成して曝露しているため、合成による $TTSv$ の変化を検討するには必ずしも適した実験条件とはなっていない。そこで本研究では、合成の結果、もし $TTSv$ が増大するとすればそれが最大となる条件として、合成する2つの帯域振動がそれぞれ等しい $TTSv \cdot \circ$ を生じような加速度で合成した。結果は、等しい $TTSv \cdot \circ$ を生じると推定される2つの帯域振動を合成して曝露しても、それによって生じる $TTSv \cdot \circ$ は単一带域振動を曝露して生じると推定される $TTSv \cdot \circ$ より大きいとは判断できなかった。現在の生理学的知見では、この結果を十分に説明することはできないが、ランダム振動に対する機械受容器の反応特性や、種々の周波数の振動の伝達に影響する局所組織の要因に加えて、1次ニューロン及び中枢神経系ニューロンでの興奮性やその抑制に関する様々なメカニズムが複雑に関与していると考えられた。

〔結論〕

帯域振動曝露によって惹起された $TTSv \cdot 0$ は、時間の経過とともに指数関数的に減衰した。曝露振動の中心周波数が一定の場合、 $TTSv \cdot 0$ は曝露振動の加速度を底とした累乗に比例して増加した。広帯域振動の曝露によって惹起される $TTSv \cdot 0$ は、その振動の構成成分が惹起するものとも大きな $TTSv \cdot 0$ に等しいと考えられた。

学位論文審査の結果の要旨

振動の生体影響は、振動周波数によって異なることから、産業振動の衛生学的評価に当たっては、通常、周波数分析を行うが、その分析結果から振動の影響の総体を予測する的確な方法はまだ確立されていない。本研究は手腕系振動曝露により生じる指尖振動感覚閾値の一時的移動 ($TTSv$) を指標として、 $1/3$ オクターブ帯域振動曝露における加速度と $TTSv$ との関係を高い精度で把握し、それを基に周波数の異なる2つの $1/3$ オクターブ帯域振動を、それぞれが等しい $TTSv$ を惹起する加速度で合成して、その曝露後 $TTSv$ を測定して、個々の帯域振動の影響の総和を求める方法を検討した。

振動感覚の測定には著者らが開発した自記式固定周波数振動感覚計を用いたが、この測定器は $TTSv$ の速やかな回復状況を正確に把えることができ、くり返し実験について行った回帰分析で決定係数は0.866以上と極めて高く、高い信頼度で任意の回復時点における $TTSv$ の推定値を得ることができた。そのことは量・効果関係における高い決定係数にも寄与し、本研究の成績の信頼性を高いものにしたと思われる。

結果は、周波数の異なる帯域振動を合成した場合、物理的エネルギーは増大するが、 $TTSv$ は増大するとはいえないというものであった。このことは、ある振動による $TTSv$ の大きさは、西山らが明らかにした離散周波数-加速度- $TTSv$ 関係を利用して、そのスペクトル中の最大影響周波数成分だけからの推測で足り、その他の構成成分を考慮する必要がないことを示唆している。

以上の研究成果は、振動の衛生学的評価法にひとつの新しい知見を加え、また振動感覚の研究に新しい手段を提供した点で高く評価できるものであり、学位論文に値するものと認められた。