トラック運転手のNK活性および亜群とそれに関連する要因

許 鳴^{*1}, 三 浦 康 司^{*1}, 長 尾 夫美子^{*2},
武 藤 孝 司^{*1}, 奥 村 康^{*2}

^{*1}順天堂大学医学部公衆衛生学教室, ^{*2}順天堂大学医学部免疫学教室

NK Cell Activity and Subsets of Truck Drivers along with Related Factors

Ming XU^{*1}, Yasushi MIURA^{*1}, Fumiko NAGAO^{*2},
Takashi MUTO^{*1} and Ko OKUMURA^{*2}

^{*1} Department of Public Health, Juntendo University, School of Medicine, Tokyo

^{*2} Department of Immunology, Juntendo University, School of Medicine, Tokyo

Abstract We investigated the immunity and the main factors that affect the immune system of 19 truck drivers as the experimental group and 27 office workers as the control group at a transit corporation in Tokyo; all subjects in both groups were examined through an assay of NK activity and NK subsets before and after work. At the same time, they were asked to complete a questionnaire on their working hours per day (WHPD) and driving hours per day (DHPD), in addition to the Health Practice Index (HPI), Self-Rating Depression Scale (SDS), Stress Tolerance Check List (STCL), and Symptom Checklist (SCL). The results obtained were as follows:

1. Before work, no difference was seen in NK activity between the experimental group and the control group, with both groups showing E:T ratios 5:1 to 20:1. After work, the NK activity (E:T=20:1) of the experimental group was significantly lower than that of the control group.
2. In the experimental group, the NK activity and NK subsets (CD3⁺CD16⁺CD56⁺, CD3⁺CD56⁺, CD3⁺CD16⁺) of the peripheral blood lymphocytes after work were significantly lower than before work ($p<0.05$, $p<0.01$, $p<0.01$). After more than five driving hours, the value of the CD3⁺CD16⁺CD56⁺ subset was significantly lower than that after fewer driving hours.
3. Correlation coefficients were calculated based on the average value of NK activity (E:T=20:1), CD3⁺CD16⁺CD56⁺ subset, and WHPD, DHPD, and HPI in the driving group. NK activity (E:T=20:1) and DHPD were found to be negatively correlated ($r=-0.28$), as were the CD3⁺CD16⁺CD56⁺ subset and WHPD ($r=-0.43$) and the CD3⁺CD16⁺CD56⁺ subset and DHPD ($r=-0.63$). On the other hand, NK activity (E:T=20:1), the CD3⁺CD16⁺CD56⁺ subset and HPI were found to be positively correlated ($r=0.41$ and 0.33).

Key words: NK activity (NK活性), CD3⁺CD16⁺CD56⁺ subset (CD3⁺CD16⁺CD56⁺亜群),
Truck driver (トラック運転手), Driving hours (運転時間), HPI (健康習慣指数)

緒 言

運転が運転手に与える健康影響としては、以前より疲労などの自覚症状の増大が指摘されている¹⁻³⁾。近年になり、運転労働により運転手のストレスが多いことや循環器疾患、とくに心疾患による死亡の多いことが注目されている⁴⁻⁹⁾。一方、生体の恒常性を

維持する自然免疫能であるナチュラルキラー細胞(NK細胞)の研究の進展の中で、不良な健康習慣は、各種ストレスによるナチュラルキラー細胞活性(NK活性)の抑制を通じて、NK活性の低下要因の一つとされている¹⁰⁻¹⁸⁾。このような背景の中で、健康維持のために免疫能力の低下を防ぎ、免疫能を高めることの重要性が期待されている¹⁵⁻¹⁹⁾。しかし、今までの研

究では、運転労働による免疫能への影響の実態はよくわかっていない。そこで本研究では免疫能の指標としてトラック運転手の勤務前後のNK活性およびNK細胞亜群 (NK subsets) における変化を調べ、さらに、それらと勤務状況、生活習慣、自覚症状、ストレスなどとの関連性について検討を試みた。

対象および方法

1. 対象と方法

トラック運転手は運転業務の違いにより「地場」と「路線」に分かれている。「地場」運転は、非長距離で、交通事情や目的地の変動により毎日運転路線が違ふ。「路線」運転は、高速道路で長距離運転が多く、運転路線は安定している。今回調査対象としたトラック運転手は、勤務前後に採血するため、日勤の「地場」トラック運転手とした。東京都内の某運送会社の協力を得て、「地場」トラック運転手19名 (以下運転手群) と、比較対照群として同じ運送会社に勤務する事務職スタッフ28名 (以下事務職群) を対象とした。調査は1994年6月～7月に行った。対象者に勤務開始前 (朝7:00～9:00) に第1回目の採血を行ってから、その場で質問用紙を配布し、本人が記入した後、その場で回収した。勤務後 (午後5:00～7:00) に当日の勤務時間と運転時間を質問用紙に記入してもらい、その場で回収し、第2回目の採血を行った。

2. 免疫能の測定

全対象者に5mlの血液をヘパリン採血した後、アイス箱に入れ、1時間で実験室に運んだ。ヒト末梢血からFicoll-Hypaqueで比重遠心分離して得られたリンパ球を分取し、RPMI 1640 medium (10%FCS) に懸濁したものを4℃で保存、翌日にNK活性測定およびNK subsetsの解析を行った。

(1) NK活性の測定：非放射性物質Eu-DTPAキレートを用いた細胞障害活性測定法よりヒトNK細胞活性を測定した²⁰⁻²²⁾。標的細胞 (Target) としてヒト赤芽球性白血病細胞株K562をRPMI 1640 medium (10%FCS) 中で継代培養し、 5×10^6 個をBuffer A 5ml (50mM Hepes, 93mM NaCl, 5mM KCl, 2mM MgCl₂, pH7.4) で2回洗浄後、1mlラベル液に懸濁し、4℃20分放置した。その後、20μl CaCl₂ 添加し、更に5分間4℃で放置してから、Buffer B 10ml (50mM Hepes, 93mM NaCl, 5mM KCl, 2mM MgCl₂, 2mM CaCl₂, 10mM glucose, pH7.4) で洗浄した。遠心後Eu-DTPAでラベルした細胞をフィッシャーチューブに移し、Buffer B 1mlで6回とRPMI 1640 medium (10%FCS) で2回更に洗浄を行い、細胞濃度 1×10^5 /ml にRPMI 1640 medium (10%FCS) で調整した。エフェクター細胞 (Effector) としては、ヒト末梢血からFicoll-Hypaqueで比重遠心分離して得られたリンパ球を分取し、RPMI 1640 medium (10%FCS) に懸濁して用いた。96穴丸底プレートにE/T比は、5:1, 10:1, 20:

1でまいた。プレートを遠心後、37℃, CO₂下で2時間後、上清液20μl 採取し、96穴平底プレート (Nunc イムノプレート I 検定付) にまき、増強試薬 (ファルマシア製) 100μl 加えて時間分解蛍光測定法 (Arcus ¹²³²Delphia fluorometer, Pharmacia) により遊離Eu³⁺を測定した。NK活性は以下の式で計算した。

$$\text{NK activity} = \frac{\text{Experimental Eu}^{3+} \text{ release} - \text{Spontaneous Eu}^{3+} \text{ release}}{\text{Maximum Eu}^{3+} \text{ release} - \text{Spontaneous Eu}^{3+} \text{ release}} \times 100 (\%)$$

(2) NK subsetsの解析：ヒト末梢血からFicoll-Hypaqueで比重遠心分離して得られたリンパ球を 1×10^6 個に、細胞表面マーカーとしてPerCP (peridinin-chlorophyll-a-protein) -antiCD3 (Becton Dickinson 社提供), FITC (fluorescein isothiocyanate) -anti CD16 (Pharmingen社提供), PE (R-phycoerythrin) -antiCD56 (Coulter 社提供) を用いた3重染色し、FACScan (Becton Dickinson) 解析を行った²³⁻²⁵⁾。解析後末梢血リンパ球の中のCD3⁺CD56⁺ (%), CD3⁺CD16⁺ (%), CD3⁺CD16⁺CD56⁺ (%)の割合を算出した。

3. アンケート調査

アンケートの内容は一般項目は年齢、身長、体重とした。勤務実態に関するものは、運転歴、月勤務日数、1日勤務時間および運転時間、荷物の積み下ろし状況および調査当日勤務時間、運転時間とした。健康習慣としては森本ら^{15,17,18)}の生活習慣調査票を用いて、運動、飲酒、喫煙、睡眠時間、朝食、栄養バランス、労働時間、自覚ストレス量の8項目から健康習慣指数 (Health Practice Index, HPI) を算出した。健康習慣指数より生活習慣不良群 (0～3点)、生活習慣中等度群 (4～6点)、生活習慣良好群 (7～8点) に分けた。ストレス度としては、Zung抑うつ尺度 (Self-Rating Depression Scale, SDS) の20項目^{26,27)}を用い、ストレス耐性度としては桂のストレス耐性度チェックリスト (Stress Tolerance Check List, STCL) 20項目^{28,29)}を用いた。自覚症状としては日本産業衛生学会疲労委員会が作成した「自覚症状しらべ」30項目^{30,31)} (Symptom Checklist, SCL) を採用した。

4. 解析方法

データの解析には統計プログラム・パッケージNAP (Numerical Analysis Program) を用いた。NK活性、NK subsets及び健康状況の項目の結果は、平均値±標準偏差で表し、運転手群と事務職群の間の検定はt-検定およびカイ2乗検定を用いた。勤務前後の平均値の差の検定は、対応のあるt-検定を用いた。また、免疫能とそれに影響する要因との関連性についてはPearson相関係数を用いた。

結 果

1. 一般項目および勤務実態

今回の調査対象の47名は、全員男性であった。運転手群 (19名) の平均年齢は 35.9 ± 9.4 歳で、平均体

重68.3±9.9kg, 平均身長169.3±6.9cmであった。事務職群 (28名) の平均年齢は35.3±6.5歳で, 平均体重67.3±7.6kg, 平均身長170.9±5.9cmであった。運転手群と事務職群の年齢, 身長, 体重には差が見られなかった。両群の月間勤務日数, 勤務時間数には有意差が認められなかったが, 調査当日の勤務時間は運転手群では事務職群より有意に長かった (表1)。運転手群においては, 普段1日の平均運転時間と当日の運転時間の間に有意差が認められなかった。運転歴は平均14.6±9.2年であった。運転手は全員, 運転業務に加えて荷物の積み下ろしの作業も行っていた。

2. NK活性およびNK subsetsの比較結果

運転手群の勤務前のNK活性の平均値は, どのE/T比率においても事務職群より低い傾向があったが, 有意差は認められなかった (E/T比率5:1, 9.3±6.3 vs 9.5±6.3, 10:1, 16.7±7.5 vs 18.9±9.6, 20:1, 24.6±10.2 vs 26.1±13.0)。図1は運転手群と事務職群の勤務前後のNK活性 (E/T20:1) の平均値を示している。勤務後のNK活性の平均値は, 運転手群は事務職群より有意に低かった。運転手群では, 勤務前と比べて勤務後のNK活性の平均値は有意に低かったが, 事務職群においては勤務前後のNK活性の差は認められなかった。

表2は運転手群と事務職群の勤務前後のNK subsetsの変化を示している。NK subsetsのCD3⁺CD16⁺CD56⁺, CD3⁺CD56⁺, CD3⁺CD16⁺の平均値は, 両群それぞれ勤務後に有意に低下した。勤務の前後いずれにおいても運転手群のCD3⁺CD16⁺ subsetの平均値は事務職群より低く, CD3⁺CD56⁺, CD3⁺CD16⁺CD56⁺ subsetsの平均

値は事務職群より高かったが, いずれの場合も運転手群と事務職群の間には有意差が認められなかった。

3. 健康に関するアンケートの比較結果

表1は運転手群と事務職群における健康状況の比較である。

健康習慣指数では, 運転手群は事務職群より0.2低い値を示したが, 有意差が認められなかった。カイ2乗検定により両群における生活習慣不良群, 生活習慣中等度群, 生活習慣良好群の比率の差を検定したが, この場合にも有意差は認められなかった。

両群の抑うつ尺度の平均得点の比較では, 運転手群は事務職群より3ポイント高い値を示したが, 有意差は認められなかった。

両群のストレス耐性度の平均得点の比較では, 運転手群は事務職群より2.9ポイントは低い値を示したが, 有意差は認められなかった。

自覚症状しらべとしては, 30項目の合計点数及び3つのカテゴリ「ねむけとだるさ」=I, 「注意集中の困難」=II, 「局在した身体的違和感」=IIIとして点数を算出した。30項目の平均得点は運転手群が事務職群より1.6ポイント高い値を示したが, 有意差は認められなかった。I, II, IIIの各々の得点でも運転手群は事務職群よりそれぞれ高い値を示した。この中では, III得点については運転手群は事務職群より有意に高かった。

Table 1 Comparison of work environments and health conditions between truck drivers and office workers.

	Truck drivers mean±SD	Office workers mean±SD
Work environments		
Working days per month	21.0±1.3	21.6±0.7
Working hours per day	9.3±1.1	9.7±1.5
Driving hours per day	5.0±1.6	(-)
Working hours on the survey day	9.3±1.4	8.4±0.6*
Driving hours on the survey day	4.8±2.0	(-)
Health conditions		
HPI	3.0±1.6	3.2±1.6
SDS	42.3±7.7	39.3±8.5
STCL	53.3±5.2	56.2±8.3
SCL	7.0±5.5	5.4±4.6
I.	3.2±2.8	2.7±2.1
II.	1.9±2.0	1.6±2.5
III.	2.0±1.6	1.1±1.1*

*: p<0.05: By student's t-test

HPI: Health Practice Index

SDS: Self-Rating Depression Scale

STCL: Stress Tolerance Check List

SCL: Symptom Checklist

I.: Drowsiness and Fatigue Checklist

II.: Difficulty in Concentration Checklist

III.: Localized Physical Incongruity Checklist

Fig. 1 Comparison of NK activity (E/T ratios:20:1) between truck drivers and office workers before and after work

*: p<0.05: by Student's t-test or Paired t-test

Table 2 Comparison of NK subsets between truck drivers and office workers before and after work.

	Truck drivers		Office workers	
	Before work	After work	Before work	After work
CD3 ⁺ CD16 ⁺ CD56 ⁺	11.9±8.9	7.3±6.5**	8.6±6.5	5.4±3.8**
CD3 ⁺ CD56 ⁺	12.6±9.0	7.6±6.5**	9.2±6.6	5.8±3.9**
CD3 ⁺ CD16 ⁺	16.9±10.1	11.3±7.8**	17.1±8.3	13.1±6.7*

*: p<0.05, **: p<0.01: by Paired t-test

4. 運転手の免疫能に関連する要因

運転手の運転を始める前のNK活性 (E/T比率, 20 : 1) およびCD3CD16⁺CD56⁺ subsetに関連する要因について, 普段1日の平均勤務時間および運転時間と健康状況に関する4項目相互間の関連性を相関係数で検討した。その結果は, 表3に示したように, NK活性とHPIおよびSTCLとに有意ではないが中等度の関連性 (それぞれ $r=0.41$, -0.38) がうかがわれた。運転時間との関連には負の相関関係 ($r=-0.28$) がうかがわれたが, 勤務時間, SDS, SCLとの関連性は弱かった。

CD3CD16⁺CD56⁺ subsetはNK活性と同様, HPIとに関連性 ($r=0.33$) がうかがわれたが, STCLとの関連性は弱かった。運転時間との間には強い負相関が示された ($r=-0.63$)。また, 勤務時間やSDSとの間には関連性 (それぞれ $r=-0.43$, -0.25) がうかがわれた。

他方, 当日運転時間と勤務後のNK活性 (E/T比率, 20 : 1) およびCD3CD16⁺CD56⁺ subsetには中等度の関連性がみられた (それぞれ $r=-0.33$, $r=-0.40$) が, 当日勤務時間との関連性は弱かった。

運転手の普段1日の平均運転5時間以上と5時間未満のグループにより免疫能および健康状況を比較すると, 表4に示したように長時間運転手ではCD3CD16⁺CD56⁺ subsetが有意に低く, SCLが有意に高い

ことが分かった。また, 長時間運転手ではNK活性, HPIおよびSTCLが低く, SDSが高い傾向にあった。当日の平均運転4.8時間以上と4.8時間未満のグループにより免疫能を比較すると, 長時間運転においても勤務後のNK活性およびCD3CD16⁺CD56⁺ subset が低い傾向であった。

運転手の健康習慣指数により生活習慣不良群と生活習慣中等度群の2群間で勤務前後のNK活性およびCD3CD16⁺CD56⁺ subsetを比較すると, 図2, 図3に示したように両群は勤務後のNK活性およびCD3CD16⁺CD56⁺ subsetが同じく低い傾向がみられた。

考 察

トラック運転手にストレスや心疾患の多いことは広く認められているが, Hansen³⁰⁾によりトラック運転手では肺ガンのリスクが高いことが報告された。NK細胞はウイルス, 腫瘍細胞を攻撃障害する機能をも

Table 4 Comparison of immunity and health conditions by driving hours per day and on the survey day.

Before work	Driving hours per day	
	<5.0h n = 9	≥5.0h n = 10
NK activity	26.2±12.6	23.1±7.9
NK subset	16.4±9.9	7.8±5.6*
HPI	3.4±1.0	2.6±1.9
SDS	41.2±9.4	43.3±6.3
STCL	54.9±6.3	51.9±3.7
SCL	4.2±3.6	9.5±5.8*

After work	Driving hours on the survey day	
	<4.8h n = 9	≥4.8h n = 10
NK activity	17.1±8.2	16.3±7.9
NK subset	9.9±8.1	4.8±6.5

*: $p<0.05$; by Student's t-test
HPI : Health Practice Index
SDS : Self-Rating Depression Scale
STCL : Stress Tolerance Check List
SCL : Symptom Checklist

Table 3 NK activity and NK subset correlation with Working hours per day (WHPD), Driving hours per day (DHPD), Health Practice Index (HPI), Self-Rating Depression Scale (SDS), Stress Tolerance Check List (STCL), and Symptom Checklist (SCL) in the truck drivers.

	NKsubset	WHPD	DHPD	HPI	SDS	STCL	SCL
NK activity	0.57*	-0.18	-0.28	0.41	-0.01	-0.38	0.11
NK subset		-0.43	-0.63**	0.33	-0.25	-0.10	0.04

*: $p<0.05$, **: $p<0.01$: Correlation coefficients with statistical significance

Fig. 2 Comparison of NK activity (E/T ratios: 20:1) between moderate HPI and poor HPI in the truck drivers.
moderate HPI: Health Practice Index (score 4-6)
poor HPI: Health Practice Index (score 0-3)

Fig. 3 Comparison of NK subset (CD3CD16⁺CD56⁺) between moderate HPI and poor HPI in the truck drivers.
moderate HPI: Health Practice Index (score 4-6)
poor HPI: Health Practice Index (score 0-3)

ち、自然免疫系において重要な役割をもつリンパ球である³³⁻³⁵。それが正常に働くことによって、体の健康を維持し、病気を予防している^{35,38,39}。長尾ら^{36,37}は自己免疫疾患や癌患者のNK活性およびNK subsetが健康人より有意に低いこと、また健康人集団の中でも低NK活性および低NK subsetを有する人々が存在すると報告している。健康人集団のNK活性低下に影響する原因としては、年齢、各種ストレスが多く報告^{10-14,37-39}されいるが、森本ら^{15,17,18}と中治ら¹⁶は不良生活習慣を報告している。

本研究より、勤務前のNK活性には運転手群と事務職群の差がなかったが、運転手群にのみ勤務後にNK活性が有意に低下することが明らかにされた。運転労働は体力、集中力を要求される職業で、肉体的・精神的なストレスが多いことが示されている¹⁻⁹。本研究の運転手のNK活性は勤務状態の項目の中では運転時間との関連がみられ、長時間運転手のNK活性は低下傾向や自覚症状が多いことが示された。黒河ら^{41,42}は激しい運動負荷によりNK活性が一時的に低下することを報告している。本研究ではトラック運転手自身で荷物の積み下ろしの作業をしていることより、運転労働は重労働と考えられ、体力を要求される運転労働もNK活性に影響すると考えられる。本研究で対象とした運転手群と事務職群の年齢、勤務時間、健康習慣指数、ストレス関連指標、自覚症状には差が認められず、勤務内容以外には両群がほぼ同じ条件と考えられることから、トラック運転手のNK活性低下の原因としては、運転労働が関連していると思われる。

本研究では運転労働は交感神経-副腎ホルモンにどのように影響するのかについては調査しなかった。しかし、先行研究では、航空機搭乗員の唾液コルチゾール、尿中カテコールアミン値は飛行後に増加することは明らかにされている^{43,44}。また、身体への負荷実験によりノルアドレナリン、アドレナリンなどが作用したエフェクター期に β 受容体を介してNK活性が抑制され、コルチゾールの増加がNK活性との関連でみられている^{12,45,46}。最近の研究では、運転手の心疾患、疲労、ストレスなどと交感神経-副腎ホルモンの増加との関連が報告されている^{5,8,47}。以上のことより、運転労働が精神と身体に重い負荷を与えることより免疫系に影響するのは、交感神経-副腎ホルモンが関与していると推測される。

NK活性を担うNK subsetsについては、本研究はCD3CD16⁺CD56⁺、CD3CD56⁺、CD3CD16⁺で勤務前後に観察した。CD16⁺、CD56⁺はNK細胞に発現するレセプタータイプの分子である^{23-25,48,49}。従来の研究ではCD16⁺NK細胞数とNK活性の間には関連があり、CD3CD16⁺CD56⁺ subsetはNK活性を主に担うNK subsetであるという報告がある^{35,36}。運転労働後では、3つのNK subsetsはどれも減少し、その代表であるCD3-

CD16⁺CD56⁺ subsetはNK活性および運転時間との関連が認められた。さらに、長時間運転手のCD3CD56⁺CD16⁺ subsetが有意に低下したことから、NK subsetsの低下はNK活性の低下と同じで長時間運転が原因と思われる。したがって、運転後のNK活性の低下はCD3CD16⁺CD56⁺、CD3CD56⁺、CD3CD16⁺ subsetsが減少した結果としてほぼ解釈可能と考えられる。

一方、事務職群においては勤務前後CD3CD16⁺CD56⁺、CD3CD16⁺、CD3CD56⁺ subsetが有意に減少したが、NK活性の低下は認められなかった。本研究では、運転手群と事務職群の健康習慣指数は有意差は見られなかったが、やや悪い傾向がみられ、ストレス耐性チェックリスト得点はやや弱い傾向があり、ストレス度の得点や自覚症状は多い傾向があったが、これは、運転手の健康に関する先行研究の結果と一致した^{1-3,5-9,50}。また、事務職の疲労やストレスなどは運転手より少なく、このために勤務前後のNK活性が事務職では低下しなかったと思われる。

運転時間以外に運転手の免疫能に影響する要因とみられる健康習慣指数、ストレス度、ストレス耐性度、自覚症状の指標の中では、NK活性及びCD3CD16⁺CD56⁺ subsetとの関連性が認められたのは健康習慣指数のみであった。本研究では運転手群における健康習慣指数と勤務前後のNK活性およびCD3CD16⁺CD56⁺ subsetとの関連について検討したが、NK活性およびCD3CD16⁺CD56⁺ subsetに関して、生活習慣中等度群と生活習慣不良群における低下のパターンはほぼ同じであった。しかし、運転手の生活習慣不良群のNK活性およびCD3CD16⁺CD56⁺ subsetは勤務前にすでに生活習慣中等度群より低かった。この結果は健康集団を対象として生活習慣不良群のNK活性が低下していたという森本ら^{15,17,18}の研究と一致している。すなわち、良好な生活習慣は運転手の免疫能に影響する重要な要因の1つと考えられる。今後、運転職場で健康管理の一環として、今回得られた知見より、運転業務を改善するとともに、好ましい健康習慣を増やすことは、運転手の免疫能を維持することにも重要な意義あるものと考えられる。

結 論

本研究の結果、運転手群と事務職群のNK活性(E/T20:1)は、勤務前では差が認められなかったが、勤務後では運転手群は事務職群より低値であった。運転手群のNK活性と末梢血リンパ球の中のCD3CD16⁺CD56⁺、CD3CD56⁺、CD3CD16⁺ subsetsの割合は勤務前に比べて勤務後に有意に減少した。運転時間が5時間以上の運転手のCD3CD16⁺CD56⁺ subsetの割合は短時間運転より有意に低かった。

運転手群においてはNK活性(E/T20:1)およびCD3CD16⁺CD56⁺ subsetと健康習慣指数との関連性が

示唆され、また、運転時間とは負の相関が示唆された。CD3-CD16⁺CD56⁺ subsetと勤務時間、運転時間との間には負の相関が示唆され、運転時間との間にはかなり強い負の相関がみられた。

謝 辞

稿を終えるにあたり、御助言頂きました順天堂大学医学部公衆衛生学教室の福渡靖先生、西田美佐先生、木村康一先生、および日本赤十字社中央血液センターの屋部登志雄先生に深く感謝致します。

文 献

- 1) 鳥越 光. 交通疲労に関する研究. 久留米医学会雑誌 1966; 29: 919-39.
- 2) 運転労働安全委員会. 運転労働者の健康と安全に関する調査結果. 産業医学 1975; 17: 527-61.
- 3) 上田照子, 橋本美知子, 安井一清, 須永匡彦, 東田敏夫, 原 一郎. タクシー運転者の健康に関するアンケート調査. 産業医学 1989; 31: 162-75.
- 4) 上畑鉄之丞, 阿部真雄, 千田忠男. タクシー・ハイヤー・運転手の在職死亡とその原因. 日本災害医学会会誌 1985; 33: 91-7.
- 5) Evans GW, Carrère S. Traffic congestion, perceived control, and psychophysiological stress among urban bus drivers. *J Applied Psychology* 1991; 76: 658-63.
- 6) 前原直樹. バス・トラック・タクシー運転者の過労・ストレス状態と循環器疾患. ストレス科学 1995; 10: 38-43.
- 7) Orris P, Hartman DH, Strauss P, Anderson RJ, Collons J Knopp C, Xu Y, Melius J. Stress among package truck drivers. *Amer J Industrial Med* 1997; 31: 202-10.
- 8) Vivoli G, Bergomi M, Rovesti S, Carrozzi G, Vezzosi A. Biochemical and haemodynamic indicators of stress in truck drives. *Ergonomics* 1993; 36: 1089-97.
- 9) Arnold PK, Hartley LR, Corry A, Hochstadt D, Penna F, Feyer AM. Hours of work, and perceptions of fatigue among truck drivers. *Accid Anal Prev* 1997; 29: 471-7.
- 10) Shavit Y, Lewis JM, Teaman GW, Gale RP, Liebeskind JC. Opioid peptide mediate the suppressive effect of stress on natural killer cell cytotoxicity. *Science* 1984; 223: 188-90.
- 11) Evans DL, Leserman J, Pedersen CA. Immune correlates of stress and depression. *Psychopharmacol Bull* 1989; 25: 319-24.
- 12) Levy SM, Herberman RB, Simons A, Whiteside T, Lee T, McDonald R, Beadle M. Persistently low natural killer cell activity in normal adults: immunological, hormonal and mood correlates. *Nat Immun Cell Growth Regul* 1989; 8: 173-86.
- 13) Levy SM, Herberman RB, Lee J, Whiteside T, Beadle M, Heiden L, Simons A. Persistently low natural killer cell activity, age and environmental stress as predictors of infectious morbidity. *Nat Immun Cell Growth Regul* 1991; 10: 289-307.
- 14) Sieher WJ. Modulation of human natural killer cell activity by exposure to uncontrollable stress. *Brain behav Immun* 1992; 6: 141-56.
- 15) 日下幸則, 森本兼囊. ライフスタイルはナチュラルキラー細胞活性を変化させるか? 日本衛生学雑誌 1992; 46: 1035-42.
- 16) Nakachi K, Imai K. Environmental and physiological influences on human natural killer cell activity in relation to good health practices. *Jpn J Cancer Res* 1992; 83: 798-805.
- 17) 森本兼囊, 白川太朗, 日下幸則, 近藤 弘, ライフスタイルと免疫学的防御機構. *Therapeutic Research* 1992; 13: 2486-92.
- 18) Kusaka Y, Kondou H, Morimoto K. Health lifestyles are associated with higher natural killer cell activity. *Preventive Medicine* 1992; 21: 602-15.
- 19) 島村忠勝. 産業保健への免疫学の応用. 公衆衛生 1992; 56: 148-51.
- 20) Blomberg K, Granberg C, Hemmila I, Lovgren T. Europium-labeled target cells in an assay of natural killer cell activity. I. a novel non-radioactive method based on time-resolved fluorescence. *J Immunol Methods* 1986; 86: 225-9.
- 21) Blomberg K, Granberg C, Hemmila I, Lovgren T. Europium-labeled target cells in an assay of natural killer cell activity. II. a novel non-radioactive method based on time-resolved fluorescence: significance and specificity of the method. *J Immunol Methods* 1986; 92: 117-23.
- 22) 長尾夫美子, 中田元巳. 非放射線物質ユーロビウムを用いて細胞障害試験の利点と欠点, *Medical Immunology* 1992; 23: 84-8.
- 23) 部屋登志雄, Houchins JP, McSherry C, Bach FH. NK細胞に特異的な新しいレセプター遺伝子ファミリー. *Medical Immunology* 1991; 21: 713-20.
- 24) Moretta A, Tambussi G, Bottion C, Tipodi G, Merli A, Ciccone E, Pantaleo G, Moretta L. A novel surface antigen expressed by a subset of human CD3-CD16⁺ natural killer cells: role in cell activation and regulation of cytolytic function. *J Exp Med* 1990; 171: 695-714.
- 25) Lanier LL, Le AM, Civin CI, Loken MR, Phillips JH. The relationship of CD16 (Leu-11) and Leu-19

- (NKH-1) antigen expression of human peripheral blood NK cells and cytotoxic T lymphocytes. *J Immunol* 1986; **136**: 4480-6.
- 26) Willian WK. Zung. A Self-Rating Depression Scale. *Arch Gen Psychiatry* 1965; **12**: 63-73.
 - 27) 関口 透. メンタルヘルスと心理テスト. *こころの科学* 1988; **21**: 80-7.
 - 28) 折津政江, 村上正人, 桂 戴作. 健常人のライフスタイルとストレス. *心身医療* 1990; **2**: 89-8.
 - 29) 折津政江, 村上正人, 桂 戴作, 野崎貞彦. ストレス耐性度チェックリストの検討, *心身医学* 1991; **36**: 490-6.
 - 30) 日本産業衛生協会産業疲労研究会自覚症状調査検討小委員会. 産業疲労の「自覚症状しらべ」(1970)についての報告. *労働の科学* 1970; **25**: 12-62.
 - 31) 武藤孝司. 疲労自覚症状調査. *保健の科学* 1991; **33**: 686-91.
 - 32) Hansen ES. A follow-up study on the mortality of truck drivers. *Amer J Industal Med* 1993; **23**: 811-21.
 - 33) Pross HL, Baines MG, Rubin P, Shragge P, Patterson M. Spontaneous human lymphocyte-mediated cytotoxicity against tumor target cells. IX. Quantitation of natural killer cell activity. *J Clin Immunol* 1981; **1**: 51.
 - 34) Rager-Zisman B, Bloom BR. Natural killer cells in resistance to virus infected cells, *Springs seminaries in Immunopathology* 1982; **4**: 397-414.
 - 35) Whiteside TL, Herberman RB. The role of natural killer cells in human disease. *Clin Immunol Immunopathol* 1989; **5**: 31-23.
 - 36) Nagao F, Yabe T, Xu M, Okumura K. Phenotypical and functional analysis of natural killer cells from low NK activity individuals among healthy and patient populations. *Nat Immun* 1995; **14**: 225-33.
 - 37) Nagao F, Yabe T, Xu M, Yokoyama K, Saito K, Okumura K. Application of non-radioactive europium (Eu^{3+}) release assay to a measurement of human natural killer activity of healthy and patient populations. *Immunological Investigation* 1996; **29**: 507-18.
 - 38) Penscow J, Mackay IR. NK and K cell activity of human blood: differences according to sex, ageand disease, *Annals of the Rheumatic Disease*. 1980; **39**: 82-6.
 - 39) Fernandes G, Gupta S. Natural killing and antibody-dependent cytotoxicity by lymphocyte subpopulations in young and aging humans. *J Clin Immunol* 1981; **1**: 141-8.
 - 40) Krishnaraj R, Blandford G. Age-associated alterations in human natural killer cell. *Clinical Immunology and Immunopathology*. 1987; **45**: 268-85.
 - 41) 黒河佳香, 新開省一, 渡部誠一郎, 渡部修一郎, 日野精二, 渡辺 孟. 運動負荷による血中免疫担当細胞変化. *愛媛医学* 1990; **9**: 1-6.
 - 42) 黒河佳香, 渡部誠一郎, 新開省一, 日野精二, 渡部修一郎, 渡辺 孟. 運動の継続による免疫能の変化. *四国公衛誌* 1990; **35**: 19-22.
 - 43) 垣本由紀子. ジェット輸送機による長時間飛行が搭乗員に及ぼす影響について. *医実報告* 1985; **26**: 131-55.
 - 44) Tarui H, Nakamura A. Hormonal responses of pilots flying hight-performance aircraft during seven repetitive flight missions. *Aviat. Space Environ. Med*. 1991; **62**: 1127-31.
 - 45) Schedlowski M, Jacobs R, Stratmann G, Richter S, Hadicke A, Tewes U, Wagner TO, F, Schmidt RE. Changes of natural killer cells during acute psychological stress. *J Clin Immunol* 1993; **13**: 119-26.
 - 46) Pedersen BK, Ullum H. NK cell response to physical activity: possible mechanisms of action. *Med Sci Sports Exerc*. 1994; **26**: 140-6.
 - 47) Theorell T, Leymann H, Jodko M, Konarski K, Norbeck HE, Eneroth P. "Person under train" incidents: medical consequences for subway drivers. *Psychosom Med* 1992; **54**: 480-8.
 - 48) 平櫛順仁, 土田哲雄, 西浦正芳, 東野一彌. NK細胞の表面形質とキラー活性. *臨床免疫* 1993; **25**: 1103-11.
 - 49) 田村保明, 斎 為民, 佐藤昇志, 菊地浩吉. NK標的細胞上のNK細胞障害性制御分子. *臨床免疫* 1993; **25**: 1134-43.
 - 50) 井奈波良一, 小野桂子, 鷺野嘉映, 岩田弘敏. 長距離トラック運転手のライフスタイル. *公衆衛生* 1996; **60**: 824-7.

(受付 1998年2月3日 受理 1998年4月16日)