

The Influence of Taxi Driving on Cardiovascular Function and the Prediction of Incidence of Ischemic Heart Disease in Taxi Drivers

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2017-10-04 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/2297/8237

タクシー運転手の循環機能への負担, ならびに 虚血性心疾患発症予測に関する研究

金沢大学医学部公衆衛生学講座 (主任: 岡田 晃教授)

服 部 真

(平成2年12月6日受付)

タクシー運転労働が運転手の循環機能に与える負担を調べ、タクシー運転手における虚血性心疾患の実態を明らかにし、発症に関連する要因について検討するために以下の研究を実施した。まず、タクシー運転手12人と、対照として事務職男性6人の勤務日の循環機能を測定した。タクシー運転手群、対照群ともに、夜間の心拍数は午前値に比べ有意に減少し、夜間のR-R間隔変動係数は午前値に比べ有意に上昇した。収縮期血圧、拡張期血圧、そして尿中アドレナリン、ノルアドレナリン排泄量は、タクシー運転手群では夜間に有意に上昇したにもかかわらず対照群では逆に減少し、その差は有意であった。次に、安静時心電図で明らかな虚血性変化のない40~59歳のタクシー運転手251人を1979年から、同じ条件の対照139人を1981年から9年間追跡した。タクシー運転手群で1,362人年、対照群で932人年の観察が出来、17人のタクシー運転手と4人の対照に虚血性心疾患が発症した。観察1000人年当たりの虚血性心疾患発症率は、対照群の4.3に対し、タクシー運転手群が12.5で有意に高かった。相対危険度は2.91 ($p < 0.05$) で、年齢で訂正すると2.83 ($p < 0.05$)、血圧、コレステロール値、喫煙習慣、飲酒習慣、肥満度、尿糖を加えて訂正すると2.42に低下した。数量化II類の解析では、高血圧、喫煙習慣、高コレステロール、次いで、タクシー運転手の順で虚血性心疾患発症に関連していた。これらの結果は、わが国のタクシー運転手に於ける虚血性心疾患の多発を支持するものである。タクシー運転労働の循環機能に対する負担として最も重要なものは、日内リズムに反する交感、副交感両神経系の同時緊張を伴う夜間運転勤務中の血圧上昇であり、こうした負担はタクシー運転手にみられた虚血性心疾患の多発要因の一つと思われる。

Key words taxi driver, cardiovascular function, autonomic nerve function, ischemic heart disease, occupational stress

長時間労働や深夜勤務と循環器疾患の関係が注目されている。欧米では、職業運転手で心疾患やそれによる死亡の多発を認めている^{1)~3)}が、わが国でも長時間労働と深夜勤務が常態化している典型的な職業であるタクシー運転手における心疾患の多発を示唆する報告がなされてきている^{4)~6)}。石川県内のタクシー運転手についての我々の調査でも、心疾患死亡は、同県内の民間労働者集団に比べ有意に多いこと⁷⁾、虚血性心疾患の危険因子である高度喫煙習慣、肥満、高コレステ

ロール血症の保有率が同県内の現場労働者や事務労働者より多いこと¹⁰⁾を認めている。

タクシー運転手における虚血性心疾患の実態を明らかにし、その発症要因を解明することは、長時間労働や深夜勤務と心疾患を含む循環器疾患との因果関係を研究する上で重要な示唆を与えるものと思われる。

今回、タクシー運転手について乗務中の循環機能、自律神経機能や長期にわたる虚血性心疾患の発症率をそれぞれ対照と比較し、タクシー運転労働の循環器に

Abbreviations: Ad, adrenaline; 17-OHCS, hydroxycorticosteroid; NA, noradrenaline; Tch, serum total cholesterol

対する影響を総合的に検討した。

対象および方法

I. 循環機能への負担

石川県内のタクシー運転手で、健康診断時の血圧がWHO (1978年)の基準で正常血圧、境界域高血圧、高血圧のそれぞれに区分された各々4人づつの計12人を対象として勤務日の循環機能、自律神経機能を測定した。対照群としては各血圧区分毎に各2人計6人の事務労働者に同様の測定を行った。両群とも各血圧区分について半数は喫煙者、半数は非喫煙者とした。

タクシー運転手には、測定内容について説明してホルター心電計と自動血圧計を装着した後、朝8時より深夜1時まで、できる限り通常と変わらない営業運転をさせ、添乗により、10分毎の血圧を測定した。勤務終了後帰宅し、翌朝に再び来院させ、座位血圧を測定しホルター心電計を回収した。対照者にも同様に、ホルター心電計と自動血圧計を装着したのち、朝8時半頃より17時半頃まで通常勤務をさせ、翌朝回収した。

運転中の血圧測定には、体動や車の振動の影響を受けにくい自動血圧計 Infrasonde Model D 4000型 (Puritan-Bennett Co., Kansas, U.S.A.)を用い、対照の血圧測定には携帯用自動血圧計 TM-2420と解析装置 TM-2020 (エー・アンド・デイ、東京)を用いた。ホルター心電計と解析装置は ICR-7000 型と 6201G3 型 (Space Labs, Inc., Redmond, U.S.A.)を用いた。ホルター心電図の記録より各時間帯のなかで心拍数が75の1分間を無作為に選び、R-R間隔を測定し、その変動係数を求め、副交感神経機能の指標とした。

アドレナリン (adrenaline, Ad)、ノルアドレナリン (noradrenaline, NA) および17-Hydroxycorticosteroid (17-OHCS)の尿中排泄量を測定する為に、排尿毎に時間と尿量を記録し、一部は17-OHCS測定用として、一部は塩酸でpHを調整したのちAdとNA測定用として凍結保存した。AdとNAはアルミナで分離抽出し、HPLCシステム880-PU型 (日本分光、相模原市)を用いて高速液体クロマトグラフィー法で測定した。17-OHCSはケトクロームカラム (日本バイオ・ラッド・ラボラトリーズ、東京)で抽出し、分光光度計228A型 (日立、東京)で測定した。両者とも尿中濃度を測定したのち、時間当たり排泄量を算出した。

II. 虚血性心疾患発症に関する長期対照コホート研究

1979年に我々が定期健康診断を実施した石川県内13社のタクシー運転手のうち、健康診断を受診した (受

診率68%)40~59歳の男性258人全員、および対照として1981年に我々が成人病健康診断を実施した県内の同規模10事業所の40~59歳の男性172人のうち144人(84%)に対し、安静時心電図、マスター2階段試験、血圧、肥満度、尿糖、血清総コレステロール値 (serum total cholesterol, Tch)の検査と喫煙習慣、飲酒習慣に関する調査を実施した。

安静時心電図で、ミネソタコード (1967)の1-1, 1-2, 4-1, 4-2, 5-1, 5-2, 7-1を示す者 (タクシー運転手7人、対照5人)を除き、残るタクシー運転手251人と対照139人を、ともに9年間追跡し、3年目以降の虚血性心疾患発症を比較した。虚血性心疾患の発症は以下の4項目のうちいずれかに該当するものとした。

1. 安静時心電図で、ミネソタコード (1967)の1-1, 1-2, 1-3, 4-1, 4-2, 4-3, 5-1, 5-2, 5-3, 7-1が新たに出現した者

2. 問診上、狭心症発作を強く疑う症状あり、狭心症の治療により改善した者

3. 狭心症を疑う症状があり、ホルター心電図あるいはトレッドミル負荷心電図で虚血性変化が確認された者

4. 冠動脈造影により有意の狭窄が確認された者

マスター2階段試験は、標準12誘導よりIII, aV_Rを除いた10誘導の負荷直後と3分後で、1968年のMasterの判定基準¹¹⁾により判定した。「ST接合部の低下があり、STが基線を横切る点をXとして、QX/QTが50%以上またはQT比が1.07以上」はMasterが傍虚血性変化 (near ischemic)と呼び区別しているため、本調査でも区別して集計した。

血圧は座位右腕で深呼吸後測定し、血圧区分はWHO (1978年)の基準を用いた。桂変法で標準体重を求め、(体重/標準体重)×100を肥満度 (%)とした。尿糖はブドウ糖酸化酵素による試験紙法により測定した。Tchは、HS12 (日本電子、東京)を用いて酵素法で測定した。

III. 統計学的解析

各測定値は算術平均±標準誤差で示した。

各種循環機能の平均値の2群間の差の有意性の検定には、2試料のt-検定を用いた。午前の値との差の有意性の検定には、対応のある試料のt-検定を用いた。虚血性心疾患の発症率や危険因子等の保有率の2群間の差の有意性の検定には、 χ^2 検定を用いた。

虚血性心疾患発症に関連する要因の分析には、虚血性心疾患発症の有無を外的基準とし虚血性心疾患の危険因子等を説明変数とした林の数量化II類¹²⁾を用いた。解析ソフトは多変量解析システム専門版 (社会情

報サービス, 東京) を使用した。

対照群に対するタクシー運転手群の虚血性心疾患発症に関する相対危険度を求める際に, 年齢, 観察期間や各危険因子が交絡因子となるためこの影響を訂正する必要がある。その為に, まず両群を合わせた集団を用いて, 訂正すべき交絡因子を説明変数とする数量化II類による判別方程式を求め, 次にそれに交絡因子の観察値を代入し, 交絡因子の影響を考慮した場合のタクシー運転手群からの虚血性心疾患発症の期待値(E_1)および対照群からの発症の期待値(E_0)を求めた。実際のタクシー運転手群からの発症者数を O_1 , 対照群からの発症者数を O_0 として, $(O_1/E_1)/(O_0/E_0)$ を訂正相対危険度とした。

成 績

I. 循環機能への負担

被験者としたタクシー運転手群の年齢(平均±標準誤差, 以下同じ)は 43.7 ± 1.7 歳で, 対照群の年齢 45.5 ± 1.9 歳と有意な差はなかった。

タクシー運転手の添乗調査中の走行距離は 257 ± 13

km, 客の乗車回数は 20.9 ± 1.8 回であり, 通常勤務時(約280Km)よりやや少なかった。

1. 血圧と心拍への影響(表1)

食事の影響を除いて時刻による血圧・心拍数の変動を見るために, 食後1時間を除き, 午前として10-12時付近の2時間, 午後として14-16時付近の2時間, 夕刻として17-19時付近の2時間, 夜間として22-24時付近の2時間について各々の平均値を算出し, 比較した。

タクシー運転手群では, 収縮期血圧, 拡張期血圧は午前の値(127.6 ± 4.9 mmHg, 87.2 ± 3.9 mmHg)と比べ, 夕刻(132.6 ± 4.4 mmHg, 92.2 ± 4.7 mmHg)ならびに夜間(133.1 ± 4.8 mmHg, 94.1 ± 3.7 mmHg)には有意に上昇し, 心拍数は, 午前の値(80.2 ± 2.9 /分)と比べ, 夕刻(75.4 ± 2.4 /分)ならびに夜間(75.4 ± 2.9 /分)には有意に減少していた。

対照群では, 収縮期血圧, 拡張期血圧は午前の値(135.6 ± 7.0 mmHg, 87.6 ± 3.7 mmHg)と比べ, 夜間(124.1 ± 4.0 mmHg, 79.2 ± 4.1 mmHg)には有意に低下し, 心拍数は, 午前の値(77.4 ± 2.1 /分)と比べ, 夜

Table 1. Cardiovascular and autonomic nerve functions among taxi drivers (TX) (n=12) and controls (CN) (n=6) in a working day (mean±S.E.M.)

		Morning	Afternoon	Evening	Night	Next Morning #
Systolic blood pressure mmHg	TX	127.6 ± 4.9	128.5 ± 4.7	132.6 ± 4.4	$133.1 \pm 4.8^{**}$	130.7 ± 5.0
	CN	135.6 ± 7.0	137.8 ± 6.1	134.5 ± 4.9	124.1 ± 4.0	134.9 ± 6.8
Diastolic blood pressure mmHg	TX	87.2 ± 3.9	85.4 ± 8.2	92.2 ± 4.7	$94.1 \pm 3.7^{**}$	91.4 ± 4.8
	CN	87.6 ± 3.7	88.3 ± 4.9	87.1 ± 4.8	79.2 ± 4.1	86.2 ± 5.7
Heart rate /min	TX	80.2 ± 2.9	81.1 ± 2.7	75.4 ± 2.4	75.4 ± 2.9	79.1 ± 4.4
	CN	77.4 ± 2.1	78.2 ± 2.5	74.7 ± 2.3	70.7 ± 2.3	76.8 ± 3.9
CV_{R-R} %	TX	3.19 ± 0.55	3.13 ± 0.40	3.91 ± 0.54	4.55 ± 0.67	3.50 ± 0.95
	CN	3.62 ± 0.52	3.80 ± 0.58	4.24 ± 0.67	4.94 ± 0.70	3.81 ± 0.56
Adrenaline μ g/hr	TX	0.74 ± 0.12	0.78 ± 0.10		$0.84 \pm 0.12^{**}$	0.54 ± 0.16
	CN	0.58 ± 0.23	0.65 ± 0.20		0.49 ± 0.19	0.34 ± 0.16
Noradrenaline μ g/hr	TX	4.13 ± 0.49	3.99 ± 0.43		4.83 ± 0.61	3.82 ± 0.38
	CN	4.67 ± 0.33	4.78 ± 0.39		4.42 ± 0.35	4.08 ± 0.41
17-hydroxycorticosteroid mg/hr	TX	0.36 ± 0.05	0.35 ± 0.05		0.24 ± 0.03	0.23 ± 0.05
	CN	0.44 ± 0.08	0.43 ± 0.09		0.31 ± 0.06	0.20 ± 0.09

#, The values of adrenaline, noradrenaline and 17-hydroxycorticosteroid in the next morning are those in sleeping hours from midnight to next morning.

CV_{R-R} , coefficient of variation of R-R interval

Significant difference level between the taxi drivers and the controls by Student t-test **, $P < 0.01$

Significant difference level from the value in the morning by paired sample t-test !, $P < 0.05$; !!, $P < 0.01$

間 ($70.7 \pm 2.3 \text{ mmHg}$) には有意に減少していた。

両群とも、こうした変化は血圧区分や喫煙習慣の有無別に各群を比較しても共通してみられた。血圧測定時の脈拍数について検討したが、ホルター心電計による心拍数の変化と同様であった。

午前の血圧平均値と翌日午前の血圧値を比べると、タクシー運転手の正常血圧群では、収縮期血圧の差は $-3.7 \pm 6.1 \text{ mmHg}$ 、拡張期血圧の差は $-4.7 \pm 3.8 \text{ mmHg}$ で、翌日が低い傾向であったのに対し、タクシー運転手の境界域高血圧者と高血圧者を合わせた群では、収縮期血圧の差は $6.5 \pm 3.9 \text{ mmHg}$ 、拡張期血圧の差は $4.7 \pm 1.6 \text{ mmHg}$ で、いずれも翌日の値が有意に上昇していた。対照群では、差はなかった。

両群を比較すると、夜間の収縮期血圧と拡張期血圧ではタクシー運転手群が有意に高く、他の時間帯の血圧では有意の差はなかった。

2. 心電図での R-R 間隔変動への影響 (表 1)

心電図での R-R 間隔変動係数は、タクシー運転手群では、午前の値 ($3.19 \pm 0.55\%$) に対し、夕刻 ($3.91 \pm 0.54\%$) と夜間 ($4.55 \pm 0.67\%$) には有意に増加していた。対照群でも、午前の値 ($3.62 \pm 0.60\%$) に対し、夕刻 ($4.24 \pm 0.67\%$) と夜間 ($4.94 \pm 0.70\%$) には有意に増加していた。各時間帯とも両群の値に有意の差はなかった。

3. 尿中カテコールアミン等排泄量への影響 (表 1)

Ad および NA の尿中排泄量は、タクシー運転手群では、午前の値 (Ad $0.74 \pm 0.12 \mu \text{ g/hr}$, NA $4.13 \pm 0.49 \mu \text{ g/hr}$) に対して、夜間 (Ad $0.84 \pm 0.12 \mu \text{ g/hr}$, NA $4.83 \pm 0.61 \mu \text{ g/hr}$) には上昇し、NA の上昇は有意であった。睡眠中の値 (Ad $0.54 \pm 0.16 \mu \text{ g/hr}$, NA

$3.82 \pm 0.38 \mu \text{ g/hr}$) は両者とも減少し、Ad の減少は有意であった。一方、対照群では、夜間の増加はなく、午前の値 (Ad $0.58 \pm 0.23 \mu \text{ g/hr}$, NA $4.67 \pm 0.33 \mu \text{ g/hr}$) に対して、睡眠中 (Ad $0.34 \pm 0.16 \mu \text{ g/hr}$, NA $4.08 \pm 0.41 \mu \text{ g/hr}$) にはともに有意に減少していた。

17-OHCS の尿中排泄量は、タクシー運転手群では、午前中の値 ($0.36 \pm 0.05 \text{ mg/hr}$) に対し、睡眠中 ($0.23 \pm 0.05 \text{ mg/hr}$) には有意に減少し、対照群でも、午前中の値 ($0.41 \pm 0.08 \text{ mg/hr}$) に対し、睡眠中 ($0.20 \pm 0.09 \text{ mg/hr}$) には有意に減少していた。

タクシー運転手群の夜間の尿中 Ad 排泄量は対照群の値より有意に高く、他の時間帯では有意の差はなかった。NA と 17-OHCS の尿中排泄量では全ての時間帯で両群の値に有意の差はなかった。

4. 各項目の午前と夜間の値の変化 (表 2)

各項目について、午前と夜間の値の変化を見ると、タクシー運転手群での収縮期血圧と拡張期血圧の上昇 ($5.5 \pm 2.0 \text{ mmHg}$, $6.9 \pm 1.4 \text{ mmHg}$) は、対照群のそれらの減少 ($-11.5 \pm 3.0 \text{ mmHg}$, $-8.4 \pm 0.8 \text{ mmHg}$) と有意の差を認めた。Ad および NA の尿中排泄量も同様に、タクシー運転手での増加 ($0.10 \pm 0.09 \mu \text{ g/hr}$, $0.70 \pm 0.19 \mu \text{ g/hr}$) は、対照群のそれらの減少 ($-0.09 \pm 0.11 \mu \text{ g/hr}$, $-0.25 \pm 0.29 \mu \text{ g/hr}$) と有意の差を認めた。心拍数、心電図での R-R 間隔変動係数および 17-OHCS の尿中排泄量の変化には、両群の値に有意な差はなかった。

II. 虚血性心疾患発症に関する長期対照コホート研究

1. 初年度検査結果の比較

初年度検査結果を両群で比較すると、マスター 2 階

Table 2. Changes in cardiovascular and autonomic nerve functions of the taxi drivers and the controls from morning to night (mean \pm S.E.M.)

Sample		Taxi drivers	Controls
Systolic blood pressure	mmHg	5.5** \pm 2.0	-11.5 \pm 3.0
Diastolic blood pressure	mmHg	6.9** \pm 1.4	-8.4 \pm 0.8
Heart rate	/min	-4.8 \pm 2.1	-6.7 \pm 1.4
CV _{R-R}	%	1.36 \pm 0.21	1.32 \pm 0.15
Adrenaline	$\mu \text{ g/hr}$	0.10** \pm 0.09	-0.09 \pm 0.11
Noradrenaline	$\mu \text{ g/hr}$	0.70** \pm 0.19	-0.25 \pm 0.29
17-hydroxycorticosteroid	mg/hr	-0.12 \pm 0.04	-0.10 \pm 0.06

CV_{R-R}, coefficient of variation of R-R interval

Significant difference level between taxi drivers and controls by Student t-test **; P < 0.01

段試験での傍虚血性変化, 120%以上の肥満, Tch が 220mg/dl 以上の高値の各々を有するものの割合は, タクシー運転手群が対照群より有意に多く, 50歳以上の者の割合は対照群がタクシー運転手群より有意に多かった(表3).

各項目間の関連を見ると, マスター2階段試験での傍虚血性変化を含む虚血性変化は, 高血圧およびタクシー運転手と有意の関連を有し, 高血圧は喫煙習慣, Tch 高値, 肥満とも有意の関連を有していた(表4).

2. 虚血性心疾患発症率の比較(表5)

観察開始3年未満に, タクシー運転手群84人, 対照群22人が退職し, それらについては経過を追跡することが出来なかった. 3年未満の脱落者は, タクシー運転手, 50歳以上, Tch 高値, 肥満のものに有意に多

かった.

タクシー運転手群では, 1362人年の観察で17人の虚血性心疾患の発症が認められ, 観察1000人年に対する発症率は12.5であった. 対照群では, 932人年の観察で4人の虚血性心疾患の発症が認められ, 同じく観察1000人年に対する発症率は4.3であった. 虚血性心疾患の発症者計21人の内訳は, 安静時心電図で虚血性変化の出現13人, 狭心症発作の出現6人, 冠動脈造影で確認された者2人で死亡者はなかった. 発症時の年齢は40歳代9人, 50歳代11人, 60歳代1人, 観察開始より虚血性心疾患発症までの期間は平均6.4年であった.

対照群に対するタクシー運転手群の観察人年当たりの虚血性心疾患の発症相対危険度は2.91で, 有意に高

Table 3. Postexercise ECG changes and cardiovascular risk factors in taxi drivers and controls

Sample Number	Taxi drivers 258(100%)	Controls 144(100%)
Master's "near ischemic" in postexercise ECG	30(11.6%)**	5(3.5%)
Master's "ischemic" in postexercise ECG	14(5.4%)	7(4.9%)
Obvious ischemic change in rest ECG	7(2.7%)	5(3.5%)
Obesity index \geq 120%	64(24.6%)**	15(10.4%)
Total serum cholesterol \geq 220 mg/dl	88(34.0%)**	30(20.8%)
Smoking habit \geq 20 cigarettes per day	169(65.7%)	82(57.0%)
Sake drinking habit \geq 360ml per day	93(35.9%)	45(31.5%)
Hypertension	47(18.2%)	24(16.6%)
Glycosuria	23(9.0%)	13(9.0%)
Age \geq 50	50(19.4%)	57(39.6%)**

Significant difference level between taxi drivers and controls by χ^2 -test **, $P < 0.01$

Table 4. Statistical association matrix of parameters related to ischemic heart disease in the combined group of taxi drivers and controls

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1 Postexercise ECG change		**				*				
2 Blood pressure	**		*	**					*	
3 Smoking habit		*			-**					
4 Total serum cholesterol		**				*			**	
5 Alcohol drinking habit			-**					-**		
6 Taxi driver or not	*			*			*		*	-*
7 Observation period						*				-**
8 Glycosuria					-**					
9 Obesity index		*		**		*				
10 Age						-*	-**			

Significant level of association by χ^2 -test *, $P < 0.05$; **, $P < 0.01$

かった。マスター2 階段試験での虚血性変化もしくは傍虚血性変化、高血圧もしくは境界域高血圧を有していた者の観察人年当たりの虚血性心疾患の発症相対危険度も有意に高かった。

3. 多変量解析結果 (表6)

タクシー運転手群と対照群を合わせた集団を用い、虚血性心疾患発症の有無を外的基準とし、虚血性心疾

患の危険因子8 項目(年齢、血圧、肥満度、尿糖、喫煙習慣、飲酒習慣、Tch、マスター2 階段試験での虚血性変化)に観察期間(9 年未満か9 年か)とタクシー運転手か否かを加えた計10項目を説明変数とした数量化II 類の解析では、虚血性心疾患発症の有無を判別する各要因のレンジは、マスター2 階段試験での虚血性変化の有無、血圧が大きく、続いて、喫煙習慣、Tch、飲酒

Table 5. Incidence and its rates of ischemic heart disease in taxi drivers and controls

Independent variable	#1	#2(%)	#3	#4	RR
Total	390	284(72.8)	2294	21(9.2)	
Taxi drivers	251	167(66.5)	1362	17(12.5)	2.91*
Controls	139	117(84.2)!!	932	4(4.3)	1.00
Hypertension	66	47(71.2)	385	9(23.4)	6.69 } #5
Borderline hypertension	84	61(72.6)	482	7(14.5)	4.14 } 5.27**
Normal	240	176(73.3)	1427	5(3.5)	1.00
Postexercise ECG ischemic change	21	14(66.7)	112	2(17.9)	2.75 } #6
near ischemic change	34	24(70.6)	181	6(33.1)	5.09 } 4.20*
nonischemic change	335	246(73.4)	2001	13(6.5)	1.00
Total serum cholesterol					
≥ 220 mg/dl	111	70(63.1)	556	10(18.0)	2.86*
< 220 mg/dl	279	214(76.7)!!	1738	11(6.3)	1.00
Obesity index					
$\geq 120\%$	75	48(64.0)	386	6(15.5)	1.96
$< 120\%$	315	236(74.9)!	1908	15(7.9)	1.00
Smoking habit					
≥ 20 cigarettes/day	245	174(71.8)	1379	15(10.9)	1.65
None or < 20 /day	145	110(75.9)	915	6(6.6)	1.00
Sake drinking habit					
≥ 360 ml/day	134	102(76.1)	827	6(7.3)	0.72
None or < 360 ml/day	256	182(71.1)	1467	15(10.2)	1.00
Observation period					
=9 years		190	1710	17(9.9)	1.46
$3 \leq$, < 9 year		94	584	4(6.8)	1.00
50-59 years of age	101	59(58.4)	395	4(10.1)	1.12
40-49 years of age	289	225(77.9)!!	1899	17(9.0)	1.00
Glycosuria	35	25(71.4)	223	2(9.0)	0.98
Nonglycosuria	355	259(73.0)	2071	19(9.2)	1.00

#1, number of subjects in this prospective study

#2(%), number of subjects observed for more than 3 years (percent. of #1)

#3, observed person-years

#4, incidence of ischemic heart disease (rate per 1000 person-year)

RR, relative risk of ischemic heart disease

#5, relative risk of ischemic heart disease in hypertension and borderline hypertension group

#6, relative risk of ischemic heart disease in ischemic and near ischemic group

Significant difference level between the groups with and without each risk factor by χ^2 -test !, $P < 0.05$; !!, $P < 0.01$

Significant level of relative risk by χ^2 -test *, $P < 0.05$; **, $P < 0.01$

習慣(負),タクシー運転手か否かの順であった.説明変数よりマスター2階段試験での所見を除いて解析すると,レンジの大きさは血圧,喫煙習慣,Tch,タクシー運転手か否かの順になった.

4. 虚血性心疾患発症訂正相対危険度(表7)

数量化II類による判別方程式を用いて,様々な交絡因子に関して訂正したタクシー運転手群の虚血性心疾患の発症に関する訂正相対危険度を求めた.観察期間以外訂正しなかった場合の2.91に対し,観察期間と年齢による訂正では2.83で依然として有意に高く,血圧,Tch,喫煙習慣,飲酒習慣,肥満度,尿糖による訂正を加えると2.42とやや低下し,更に,マスター2階段試験での所見を加えると1.99迄低下した.

考 察

本研究の前半ではタクシー運転勤務中の循環機能,自律神経機能の変化を観察する事により,タクシー運転労働の何が特に問題であるのかを対照群と比較し検討した.特徴的な変化は,心拍数やR-R間隔変動係数でみる副交感神経系の緊張は対照群と同様にタクシー運転手群でも夜間には強まるが,同時に,タクシー運転手群では血圧やNAやAdでみる交感神経系の緊張も夜間が一日のうちで最大になっていた.この血圧上昇は心拍数の減少を伴っており,末梢血管抵抗の増大が主因と思われる.こうした夜間の交感神経系の緊張は対照群にはみられなかった.

Table 6. Quantification theory type II on parameters related to ischemic heart disease in the taxi drivers group and the combined group of taxi drivers group and the combined group of taxi drivers and controls

Sample Independent variable	1 Combined group			2 Combined group			3 Taxi drivers		
	Rank	Range	P.C.C.	Rank	Range	P.C.C.	Rank	Range	P.C.C.
Postexercise ECG change	1	0.156	0.178				2	0.161	0.208*
Blood pressure	2	0.140	0.222*	1	0.167	0.246*	1	0.168	0.265*
Smoking habit	3	0.067	0.127	2	0.070	0.130	5	0.053	0.087
Total serum cholesterol	4	0.063	0.107	3	0.061	0.102	4	0.070	0.110
Alcohol drinking habit	5	-0.060	-0.112	5	-0.056	0.103	3	-0.071	0.116
Taxi driver or not	6	0.043	0.083	4	0.057	0.108			
Observation period	7	0.041	0.070	6	0.046	0.077	8	0.023	0.036
Glycosuria	8	0.027	0.030	8	0.024	0.021	9	0.024	0.023
Obesity index	9	0.019	0.027	9	0.018	0.026	7	0.040	0.056
Age	10	0.012	0.018	7	0.024	0.034	6	0.052	0.066
Apparent error rate	17.7%			19.6%			24.0%		

P.C.C., Partial correlation coefficient

Significant level of P.C.C. *, P<0.05; **, P<0.01

Table 7. Relative risks(RR) of ischemic heart disease in taxi drivers when adjusted by confounding factors

Confounding factor	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Observation period	1	1	1						
Age	2	2							
Blood pressure	3								
Smoking habit	4								
Total serum cholesterol	5								
Alcohol drinking habit	6								
Glycosuria	7								
Obesity index	8								
Postexercise ECG change	9								
Adjusted RR		1.99	2.42	2.83	2.91				
Value of χ^2		1.77	2.89	4.15*	4.50*				

Significant level of χ^2 *, P<0.05

Westerink ら¹⁹⁾は4人のバス運転手の尿中カテコールアミン排泄量を24時間調査し、遊離 Ad は12時、遊離 NA は17時をピークとする日内変動を示すのに対し、結合 Ad および結合 NA はピークが20時と遅れ変動も小さくなることを示した。本研究で測定した Ad および NA は両者の合わせたものであり両者の中間的な変化をするものと思われる。実際に対照とした日勤事務労働者群では、ピークは午後で覚醒中は高く、睡眠中は低下していた。

一般に、純粋な心理負荷では Ad の上昇が顕著で、逆に、身体的負荷では NA の上昇が著しいといわれる¹⁰⁾。対照群にみられず、タクシー運転手の勤務中にみられた夜間の尿中 Ad, NA 排泄量の増加は、身体的、心理的緊張双方の影響と思われる。上畑ら¹⁵⁾は8人のタクシー運転手の尿中 Ad, NA を48時間調査し、勤務日、翌日の明け日ともピークが夜間であることを示したが、この結果は深夜勤務の影響が当日のみならず、少なくとも翌日まで及んでいる事を示唆している。

刺激による生体反応として交感、副交感両神経系が同時に緊張することは珍しく、強い昇圧刺激による徐脈反射もこの場合は当てはまらない。日内リズムに反して夜間に身体的、心理的緊張を伴う労働をする際の特徴的な変化と思われるが、著者の報告¹⁶⁾以前には、職業運転手や夜勤労働者でこのような現象を指摘した報告は見あたらなかった。単調な長時間運転や深夜運転で脈拍が減少すること¹⁷⁾、高速運転、追い越し、急カーブや10時間以上の運転勤務で血圧が上昇すること^{18)~23)}は以前より報告があるが、交感神経系と副交感神経系のバランスには注目されなかった。最近、後藤ら²⁴⁾は、深夜勤務中の看護婦は日中に比べ脈拍は減少するが血圧は変化せず、末梢血管の収縮が起きていると述べている。変化としては弱いですが、タクシー運転手と同様の現象が起きていることを示唆した報告である。また、特殊な例として、松林ら²⁵⁾が標高4900メートル付近で高地順応が起こるまでの一過性変化として同様の交感神経系と副交感神経系の同時緊張状態が起き、高山病との関連を示唆した報告をしているが、この現象が自律神経系のアンバランスであり人体にとって不利な現象であることはタクシー運転手の場合も同様と考えられる。

後半の研究では、対象とした石川県のタクシー運転手群での虚血性心疾患の発症率が、観察期間と年齢で訂正しても深夜勤務や長時間運転の無い労働者集団である対照群より有意に高いことを示した。

虚血性心疾患の発症に関する相対危険度は血圧、

Tch, 喫煙習慣, 飲酒習慣, 肥満度, 尿糖による訂正を加えるとやや低下し、マスター2階段試験の所見を加えると更に低下したが、それでも約2倍であった。

この結果は、タクシー運転手群で観察された虚血性心疾患の多発原因の一部は血圧, Tch, 喫煙習慣などの虚血性心疾患の危険因子に依存している事を示唆した。血中脂質, 血液凝固能, 血圧, 肥満度などの危険因子は職業や職業に関連した心理的要因により変化することが報告されており^{3)26)~29)}、我々もタクシー運転手では肥満度や喫煙習慣が増えることを観察している¹⁰⁾。Hartvig ら³⁾は、こうした危険因子の変化は労働現場での強い心理的負荷とタイプAの行動パターンの者の割合が職業により事なる事に関連しているが、職業運転手は工業労働者より前者の影響が大きいとする研究結果を示している。

また、上記の結果は今回のコホート研究で取り上げた危険因子以外にもタクシー運転労働に関連した多発要因が存在する事を示唆している。虚血性心疾患に関連した職業上の要因として、一酸化炭素³⁰⁾³¹⁾、長時間交替制勤務や精神的緊張¹⁾²⁾³²⁾³³⁾を挙げるものが多い。一酸化炭素暴露はこのタクシー運転手集団でも確認しており、成績の項には示していないが、特に喫煙者では一酸化炭素と結合した血色素の割合が勤務中に平均 $9.4 \pm 0.7\%$ であった。交感神経緊張が血圧, 血清脂質, 血小板凝集, 血液凝固などの変化³⁾²⁶⁾を介し動脈硬化を促進し、血管攣縮や危険な不整脈³⁴⁾を引き起こす事はよく知られており、また、近年、副交感神経系受容体の刺激は交感神経の刺激より強い冠動脈攣縮を起こすこと^{35)~37)}が明らかにされてきた。両神経系の同時緊張がどのような影響を及ぼすか、完全に解明されていないが、夜間運転勤務中にみられた交感、副交感神経系の同時緊張を伴う血圧上昇の繰り返しはタクシー運転手の虚血性心疾患多発の一因である可能性が強く示唆された。タクシー運転手の多くは、夜間運転の心理的緊張による疲れとともに、「売り上げが少なく焦って客を探しながら運転している時が最も辛い」と訴えているが、本研究ではそういう場面を設定できず、この点については今後検討すべき課題である。他の地域のタクシー運転手や他の職業運転手、様々な交替制勤務者や長時間労働者でも、本研究と同様の循環機能、自律神経機能の変化や虚血制心疾患の多発がみられるのかどうかについても、引き続き検討したい。

最後に、対照としたタクシー運転手群と対照群の特徴について考察する。調査したタクシー運転手群は、石川県では中堅事業所であり、最大手と小事業所の労働者を含んでいない。また、能登方面の事業所は含ま

れず、中部地方で名古屋市に次いで人口に対するタクシー車両の密度が高い金沢市の事業所が大部分である。金沢市では、無線や駅などでの客待ちより流しによる営業活動の方が多く、地方は勿論、都市の中でも流しの比率が高い。心理的緊張は流しの方が強いと思われるため、この地域のタクシー運転手群は全国のタクシー運転手の中でも虚血性心疾患の発生が多い集団である可能性がある。また、追跡調査が出来たタクシー運転手は対象事業所の40歳以上の運転手の68%であり、対照群の84%より低かった。一般に、健康診断の未受診者は何らかの疾患で治療中の者や健康管理に関心の低いものが多いといわれるが、未受診者の追跡は出来なかった。本研究の追跡調査から脱落したものは対照群よりタクシー運転手群に多く、また50歳以上、Tch 高値、肥満の者が多かった。Backman²⁾は職業運転手で狭心症の症状を持つものが50歳付近で退職するため、50歳以降の有病率は45-49歳より低下した事を示している。脱落者の追跡が可能であれば、タクシー運転手の心疾患発症率はもっと高くなったことが予想される。タクシー運転手に関する疫学調査が困難である原因は、タクシー会社の多くが小零細事業所であり充分な健康管理が行われ難い事に加え、少ないタクシー運転手が頻りに他のタクシー会社や他の職業への転職を繰り返す事にある。

一方、虚血性心疾患発生をタクシー運転手と比較する対照群として、どういう集団を選ぶかは重要な問題である。一般住民を対照とした場合は健康労働者効果 (healthy worker effect) などの偏りが入るし、特定の職種を選んだ場合は、その職種に関連した偏りが入るかもしれない。本研究の追跡調査では、事業所規模や健康管理、情報提供等本研究への協力度が同程度の事業所の成人病健康診断受診者を対照群とした。対照群には生産工、現場監督、専門技術者、事務、営業、管理等の職種が含まれているが、タクシー運転労働の特徴である深夜までの長時間勤務や長時間運転を常とする者は含まれていない為、結果には深夜の運転労働の影響が正しく反映したものと考えている。

結 論

I. タクシー運転労働の循環機能に対する負担として最も重要なものは、夜間運転勤務中の末梢血管抵抗の増大を主因とした血圧上昇であった。心拍数やR-R 間隔の変動係数でみる副交感神経系の緊張は対照群と同様に亢進し、同時に血圧や NA や Ad でみる交感神経系の緊張が一日のうちで最大になった。交感、副交感神経系が同時に緊張することは珍しく、

タクシー運転など、日内リズムに反して夜間に身体的、心理的緊張を伴う労働をする際の特徴的な変化と思われる。

II. 観察1000人年当たりの虚血性心疾患の発症率は、対照群の4.3に対し、タクシー運転手群が12.5で有意に高かった。観察期間と年齢により訂正した虚血性心疾患の発症に関する相対危険度は2.83と有意に高く、更に、血圧、Tch、喫煙習慣、飲酒習慣、肥満度、尿酸で訂正すると2.42であった。

数量化II類の解析では、虚血性心疾患発症の有無を判別する各要因のレンジは、マスター2 段階試験の所見を除いて、血圧、喫煙習慣、Tch、次いで、タクシー運転手か否かの順であった。タクシー運転手にみられた虚血性心疾患の多発原因として、血圧などの危険因子の影響に加え、タクシー運転に関連した他の要因の影響も示唆され、上記の夜間運転勤務中に見られた交感、副交感神経系の同時緊張を伴う血圧上昇の影響が考えられた。

謝 辞

稿を終えるにあたり、御懇篤なる御指導、御校閲を頂いた恩師岡田 晃教授に深謝致します。併せて、貴重な助言を頂いた淑徳大学の篠野脩一先生、国立公衆衛生院の箕輪眞澄、上畑鉄之丞両先生、金沢大学医学部公衆衛生学教室の野原聖一講師をはじめとする諸先生方、御協力いただいた石川勤労者医療協会の方々に感謝致します。タクシー労働者やタクシー会社の方々にも厚くお礼を申し上げます。

文 献

- 1) Netterstrom, B. & Laursen, P.: Incidence and prevalence of ischemic heart disease among urban busdrivers in Copenhagen. *Scand. J. Soc. Med.*, **9**, 75-79 (1981).
- 2) Backman, A. L.: Health survey of professional drivers. *Scand. J. Work Environ. Health*, **9**, 30-35 (1983).
- 3) Hartvig, P. & Middtun, O.: Coronary heart disease risk factors in bus and truck drivers: A controlled cohort study. *Int. Arch. Occup. Environ. Health*, **52**, 353-360 (1983).
- 4) Edling, C. & Axelson, O.: Risk factors of coronary heart disease among personnel in a bus company. *Int. Arch. Occup. Environ. Health*, **54**, 181-183 (1984).
- 5) Netterstrom, B. & Kund, J.: Impact of work-related and psychosocial factors on the development of ischemic heart disease among

urban bus drivers in Denmark. *Scand. J. Work Environ. Health*, **14**, 231-238 (1988).

6) **Hatano, S., Uehata, T. & Hattori, M.:** Stress and cardiovascular disease. *J. UOEH*, **11** (suppl.), 39-48 (1989).

7) 上畑鉄之丞: 循環器障害・脳血管疾患. 現代労働衛生ハンドブック (三浦豊彦, 池田正之, 小山内博, 鈴木継美, 高田 昂, 西岡 昭, 西川漢八, 野村 茂, 房村信雄編), 第1版, 1003-1014頁, 労働科学研究所, 川崎, 1989.

8) 上畑鉄之丞, 阿部真雄, 千田忠男, 松岡敏夫, 小川正時, 古見耕一: タクシー・ハイヤー運転手の在職死亡とその死因. *日災医学会誌*, **33**, 91-97 (1985).

9) 服部 真, 中西裕康, 蒔 昭三: 石川県におけるタクシー運転手の在職中死亡について. *産業医*, **25**, 37-38, (1983).

10) 服部 真: 健康指標の職種別比較. *産業医*, **30**, 599 (1988).

11) **Master, A. M.:** Master two-step test. *Am. Heart J.*, **75**, 809-837 (1968).

12) 田中 豊, 脇本和昌: 多変量統計解析法, 第1版, 151-160頁, 現代数学社, 京都, 1983.

13) **Westerink, B. H.C. & Kate, N.:** 24h excretion patterns of free, conjugated and methylated catecholamines in man. *J. Clin. Chem. Clin. Biochem.*, **24**, 515-519 (1986).

14) **Musgrave, I. F., Bachmann, A. W., Saar, N. & Gordon, R. D.:** A comparison of cardiovascular and catecholamine responses to three stimuli in mild hypertension. *Metabolism*, **33**, 718-723 (1984).

15) 上畑鉄之丞, 千田忠男, 松岡敏夫, 阿部真雄, 星本米芳, 笹川七三子, 古見耕一: タクシー運転手の勤務ストレスの生体指標に関する研究. *日衛誌*, **41**, 230 (1986).

16) 服部 真: タクシー運転中の心血管機能の変化について. *産業医*, **27**, 615 (1985).

17) 鳥越 光: 交通疲労の研究: 長時間運転時における運転疲労と心機能(心拍数)の関係について. *久留米医学会誌*, **29**, 919-936 (1966).

18) 小木和孝: 運転状況による生理反応パターン. *人間工学*, **4**, 330-336 (1968).

19) 橋本邦衛, 白井 薫, 深野重次郎: 自動車の走行速度が運転手の緊張に及ぼす影響. *鉄道労働科学*, **13**, 79-93 (1960).

20) 末永一男, 後藤賢二, 鳥越 光, 山下良禧, 服部

好典: 国道3号線(福岡一門司)におけるSpeed運転の心機能に及ぼす影響. *久留米医学会誌*, **31**, 459-461 (1968).

21) 万井正人: 自動車運転中の連続血圧測定. *人間工学*, **3**, 45-52 (1967).

22) **Schwaberg, G.:** Heart rate, metabolic and hormonal responses to maximal psycho-emotional and physical stress in motor car racing drivers. *Int. Arch. Occup. Environ. Health*, **59**, 579-604 (1987).

23) 斎藤 一: 産業近代化の下における精神的ストレスと血液および循環器の生理的反応について. *労働科学*, **56**, 631-651 (1980).

24) 後藤敏和, 横山紘一, 荒木隆夫, 三浦民夫, 斎藤博昭: 夜勤看護婦の血圧日内変動について. *Jpn. Circ. J.*, **54**(Suppl.), 138 (1990).

25) 松林公蔵, 大塚邦明, 島田和幸, 小沢利男, 秋口一郎, 亀山正邦: 高所登山における脈拍, 血圧, 心電図 R-R 間隔の変動について. *自律神経*, **24**, 413-417 (1987).

26) **Dorian, B. & Taylor, C. B.:** Stress factors in the development of coronary artery disease. *J. Occup. Med.*, **26**, 747-756 (1984).

27) **Wolf, S., McCabe, W. R., Yamamoto, J., Adsett, C. A. & Schottstaedt, W. W.:** Change in serum lipid in relation to emotional stress during rigid control of diet and exercise. *Circulation*, **26**, 279-387 (1962).

28) **Goldblatt, P. B., Moore, M. E. & Stunkard, A. J.:** Social factor in obesity. *J. A. M. A.*, **192**, 1039-1044 (1965).

29) 鈴木仁一, 桃生寛和: 動脈硬化は予防出来るか—危険因子, ストレスに関して. *日循環器管理研協議会誌*, **14**, 231-234 (1980).

30) **Rosenman, K.D.:** Cardiovascular disease and work place exposure. *Arch. Environ. Health*, **39**, 218-224 (1984).

31) **Kurppa, K., Hietanen, E., Klockars, M., Partinen M., Rantanen, J., Ronnema, T. & Viikari, J.:** Chemical exposures at work and cardiovascular morbidity. *Scand. J. Work Environ. Health*, **10**, 381-388 (1984).

32) **Schilling, R. S. F.:** Health protection and health promotion at work. *Br. J. Ind. Med.*, **46**, 683-688 (1989).

33) 加藤敏平, 山川美奈子, 長田洋文, 今井保次: 心

身症の疫学—急性心筋梗塞の発症と心身医学的要因の関連性に関する実態調査. 心身医, 26, 46-51 (1986).

34) Lown, B.: Mental stress, arrhythmias and sudden death. Am. J. Med., 72, 177-180 (1982).

35) 賀来 俊: 自律神経. 日臨, 45 (増刊), 196-200 (1987).

36) Ginsburg, R., Bristow, M. R. & Davis, K.: Receptor mechanisms in the human epicardial coronary. Circ. Res., 55, 416-421 (1984).

37) Kalsner, S.: Cholinergic mechanisms in human coronary artery preparation. J. Physiol., 358, 509-526 (1985).

The Influence of Taxi Driving on Cardiovascular Function and the Prediction of Incidence of Ischemic Heart Disease in Taxi Drivers Makoto Hattori, Department of Public Health, School of Medicine, Kanazawa University, Kanazawa 920—J. J. J. Med. Soc., 99, 1103—1113 (1990)

Key words taxi driver, cardiovascular function, autonomic nerve function, ischemic heart disease, occupational stress

Abstract

The present study was performed to examine the influence of taxi driving on cardiovascular function and to examine the incidence and risk factors of ischemic heart disease in Japanese taxi drivers. The dynamic changes of cardiovascular function were assessed among 12 taxi drivers and 6 office workers as the control, during one working day. At night the heart rate of the taxi drivers and the controls significantly decreased compared with the morning. The coefficients of variation of the R-R interval of both groups also significantly increased at night compared with the morning. In the taxi drivers group, the systolic and diastolic blood pressure and the urinary excretion of adrenaline and noradrenaline significantly increased at night compared with the morning, however, in the control group they decreased at night. The differences between the two groups were significant. Two hundred and fifty one taxi drivers age 40-59, who showed no evidence of ischemic changes at rest, have been observed for 9 years since 1979. A hundred and thirty nine controls have also been observed for 9 years, under the same conditions, since 1981. The study population reached 1,362 person-year in the taxi drivers and 932 person-year in the control, 17 taxi drivers and 4 controls developed an ischemic heart disease. The incidence of the disease in 1,000 person-year in the taxi drivers (12.5) was significantly higher than the controls (4.3). The relative risk was 2.95 ($P < 0.05$) and the age-adjusted relative risk was 2.83 ($P < 0.05$). If further adjusted by blood pressure, total cholesterol level, smoking habits, alcohol drinking habits, obesity index and the presence of urine glucose, the adjusted relative risk lowered to 2.42. With multivariate analysis, high blood pressure, smoking habits, high total cholesterol and taxi driving positively correlated with the disease in this order of importance. These findings confirmed that taxi drivers in Japan have a high incidence of ischemic heart disease. The increase in blood pressure, through parasympathetic stimulation along with sympathetic arousal caused by going against the biological rhythm, with night driving, must have a very important influence on the cardiovascular function and must be a risk factor, thus increasing the incidence of ischemic heart disease in taxi drivers.