

제2기(2012-2014) 국민환경보건 기초조사 자료를 활용한 국내 남성 택시 기사의 심혈관계 위험도 관련 혈액학적 변화에 대한 연구: 성향점수 매칭을 활용하여

백기욱*

고려대학교 안산병원 직업환경의학과

Assessing Hematological Change Associated with Cardiovascular Disease Risk among Korean Taxi Drivers Using Data from the Second (2012-2014) Korean National Environmental Health Survey: A Propensity Score Matching Approach

Kiook Baek*

Department of Occupational and Environmental Medicine, Korea University Medical Center, Ansan Hospital

ABSTRACT

Objectives: Taxi drivers are exposed to various hazards, such as long periods of sedentary work and traffic-related air pollutants. However, studies on the health effects among taxi drivers in South Korea are insufficient.

Methods: To assess subclinical hematologic change related to cardiovascular disease among male taxi drivers, we analyzed data from the second Korean National Environmental Health Survey. Fifty-nine taxi drivers and 1,912 controls were included in the analysis. Propensity score matching was performed to adjust for age, body mass index, and urinary cotinine. A total of 295 subjects were matched with 59 taxi drivers. Leukocyte count, platelet count, hematocrit, triglyceride, total cholesterol, HDL cholesterol and total IgE of the taxi drivers were compared with the control groups.

Results: Taxi drivers showed significantly elevated blood leukocytes and platelets. Serum total IgE was significantly reduced in taxi drivers. However, blood leukocytes, platelets, and serum total IgE were not significantly correlated with work period among taxi drivers.

Conclusions: Regarding the change of the blood leukocyte count, platelet count, and serum total IgE, taxi driving has the possibility to be associated with peripheral inflammation, humoral immunity and cardiovascular risk.

Key words: taxi drivers, professional drivers, inflammation, cardiovascular risk

1. 서 론

택시 기사는 직업적으로 장시간 운전을 수행하며 환경오염물질, 스트레스, 장시간의 좌식 업무, 다양한 외부 자극에 대한 반응의 필요성 등 다양한 직업성 건강 위험 인자에 노출된다(Belkić et al., 1994; Elshatarat & Burgel, 2016; Lim et al., 2021). 운전기사들의 건

강영향은 여러 코호트 및 사망자료 연구를 통해 분석된 바 있으며 특히 심혈관계 질환(Hedberg et al., 1991; Bigert et al., 2004), 뇌혈관계 질환(Tüchsen et al., 2006)의 발병 및 사망 위험도 상승이 일관되게 보고되고 있다.

직업적으로 장시간 운전을 수행할 경우 노출되는 인자 중, 장시간의 좌식작업은 허혈성 심질환과 같은 여러

*Corresponding author: Kiook Baek, Tel: ***-****-**** E-mail: bko8899@gmail.com

Department of Occupational and Environmental Medicine, Korea University Ansan Hospital 123, Jeokgeum-ro, Danwon-gu, Ansan, Gyeonggi-do, 15355, Republic of Korea

Received: August 23, 2021, Revised: October 15, 2021, Accepted: December 17, 2021

© Kiook Baek <http://orcid.org/0000-0003-2822-8480>

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

심혈관계 질환의 위험 인자이며(Martin et al., 2016; Moller et al., 2016), 지속적으로 노출되는 도로 위 환경오염물질들 또한 심혈관계 질환 발생(Bourdrel et al., 2017)에 영향을 줄 수 있는 인자이다. 과거 여러 연구에서 운전 기사의 심혈관계 질환과 관련이 있는 인자들에 대한 연구가 보고되었는데, 높은 혈압, 증가된 심박동수변이 등의 심혈관계 위험인자가 스트레스 환경에 있는 운전 기사에서 더 빈번히 보고되었으며(Belkić et al., 1998) 고지혈증, 당뇨, 대사증후군(Sangaletti et al., 2014), 비만 및 흡연(Elshatarat & Burgel, 2016)의 비율이 택시 기사에서 높다는 것인 기존 문헌들에서 보고되고 있다.

이러한 전통적인 심혈관계질환 위험인자와의 연관성 외에도 운전 작업 자체가 심혈관계 질환의 위험도를 높일 수 있다는 여러 신경생리학적, 신경내분비학적(Belkić et al., 1994) 기전이 제시되고 있으며, 심혈관계 질환의 발병 기전과 관련된 다양한 염증 지표들의 변화도 보고되고 있다(Bruker et al., 2013). Chen et al.(2005)은 택시 기사의 운전 시간과 백혈구, 혈소판 등 심혈관계 질환과 관련성을 보이는 혈액학적 인자들이 양의 상관 관계가 있다는 것을 보고한 바 있으며, 이에 착안하여 본 연구에서는 일반 인구 집단과 택시 기사의 심혈관계 질환과 관련된 지표들에 대한 혈액학적 차이를 보고자 하였다. 또한, 일반 인구 집단과 차이가 있는 인자들이 택시 기사로 근무한 기간에 따른 변화가 있는지 보고자 하였다.

II. 대상 및 방법

1. 연구 대상

본 연구는 제2기(2012-2014) 국민환경보건 기초조사에 참여한 사람들을 대상으로 분석한 후향적 단면연구이다. 국민환경보건 기초조사는 국민의 환경유해인자의 노출 수준 파악, 영향요인 탐색 등을 목표로 국립환경과학원에서 실시하는 국가단위 인체 모니터링 사업으로 다단층화집락추출법을 사용한 전국민의 대표성을 확보한 표본 추출을 수행한 자료이며 총 6,478명이 참여하였다. 본 연구에서 활용한 국민 환경보건 기초조사자료는 다단층화집락추출법으로 지역적 행정구역 및 해안층으로 1차 층화를 하였고 사회경제적 수준을 고려하여 2차 층화하여 분류하여 추출한 인구집단으로 이루어져 있다. 만 19세 이상 성인에 대해 체계적인 표본 추출을

수행한 자료로 지역, 연령 등을 고려하여 전 국민의 대표성을 확보한 자료이다.

본 연구는 택시 기사와 비교군에 대한 일반적 특성 및 임상검사를 비교하고자 하였다. 택시 기사 군의 선정은 설문지 상 본업에 택시 기사라고 작성한 사람을 대상으로 하였다. 택시 기사가 1명을 제외하고는 전원 남성이었으므로 본 연구에서는 남성을(본 연구에서는 남성을 대상으로만 분석하였다) 대상으로만 분석하였다. 비교군 선정에 있어 건강 근로자 효과(Li & Sung, 1999)를 줄이기 위해 무직은 제외하였으며, 비교성을 높이기 위해 트럭운송, 화물차, 시내버스 운전과 같이 타 운전직에 종사하고 있는 사람은 제외하였으며, 본 연구에서 관심을 가진 변수에 대한 결측치가 있는 사람도 제외하였다. 그 후 성향점수 매칭을 시행하였다.

2. 연구 방법

1) 설문조사

제2기(2012-2014)국민환경보건조사의 설문은 조사 당일 설문전문요원이 조사장소를 방문하여 참여자를 대상으로 1:1 면접 방식으로 설문조사를 실시하였다. 본 연구에서는 설문지의 '현재 직업', '현재 직업 근무기간', '연령', '신장' 및 '체중'(직접 측정되지 않은 경우)을 분석에 사용하였다.

2) 심혈관계 위험 관련 혈액검사 인자

제2기(2012-2014) 국민환경보건 기초조사에서는 혈액검사로써 일반화학검사, 혈구검사, 지질검사, 혈청 단백질검사, 내분비 검사를 시행하였으며, 그 중 심혈관계 질환 위험성과 관계가 있는 인자로 선행 연구에서 보고된 인자인 혈중 총 콜레스테롤(Jeong et al., 2018), 중성지방(Nordestgaard & Varbo, 2014), HDL 콜레스테롤(Rader & Hovingh, 2014), 혈중 백혈구 수(Sabatine et al., 2002), 혈중 혈소판 수(Sloan et al., 2015), 적혈구 용적 백분율(Gagnon et al., 1994), 혈청 총 IgE(Criqui et al., 1987)를 선정하여 일반 인구 집단과 비교하였다.

생체시료들은 국민환경보건 기초조사 생체시료 관리 지침서와 분석매뉴얼에 따라 분석되었다(NIER, 2012). 간략히 요약하자면, 혈액 시료와 요시료는 의사의 감독 하에 각각 23 mL, 80 mL 이상 채취하였으며 채취된 시료는 채취 24시간 내 2-6 °C로 보관하여 의료기관으로 이송되어 분석하였다(Choi et al., 2017).

혈청 총 IgE의 분석은 Chemiluminescence immunoassay 방법을 사용하였으며 Immulite2000 (Diagnostic Products Corporation, USA, CA) 장비로 분석하였으며 참고치는 <87 IU/mL였다. 혈중 지질에 대한 분석은 비색법을 사용하였으며 ADVIA1800 (Siemens, Germany)로 수행하였다. 참고치는 총 콜레스테롤 <200 mg/dL, HDL 40-60 mg/dL, 중성지방 <250 mg/dL였다. 혈중 백혈구 수, 적혈구 용적 백분율, 혈중 혈소판 수는 전기저항법을 사용하였고 ADVIA 2120i(Siemens, Germany)로 분석하였으며 참고치는 각각 $3.8-10.7 \times 10^3 / \mu\text{L}$, 34.5-52.0%, $147-372 \times 10^3 / \mu\text{L}$ 였다.

3) 성향점수 매칭을 위한 인자

매칭 후 도출할 결과변수와 관련된 변수들을 성향점수 매칭을 위한 인자로 사용하고자 하였으며(Brookhart et al., 2006), 이에 심혈관계 위험성에 영향을 미칠 수 있는 인자들은 성향점수 매칭을 통해 분석 결과에 미치는 영향을 최소화하고자 하였다.

설문 조사와 신체 계측에서 연령과 체질량지수를 수집하였으며 흡연에 대한 지표로 요증 코티닌을 사용하였다. 요증 코티닌의 측정은 기체 크로마토그래피-질량 분석기로 수행하였다. 요증 코티닌의 방법검출한계(method detection limit)는 $0.3 \mu\text{g/L}$ 이었으며, 검출한계값 미만의 값은 방법검출한계에 $\sqrt{2}$ 를 나눈 값으로 대체하였다. 요증 코티닌의 분석 방법은 제2기 국민환경보건 기초조사 분석매뉴얼(유기화합물)에 따라 분석되었다(Choi et al., 2017; NIER, 2015).

4) 통계 분석

택시 기사가 전체 집단에 비해 소수이고 일반적 특징에 차이가 있어 성향점수 매칭법을 수행하였다. 본 연구에서는 혈액학적 변화 외의 심혈관계 질환의 위험인자를 통제된 결과를 얻고자 하였으며, 이에 연구 대상자들의 일반적 특성 중 심혈관계 질환의 위험인자로 알려진 인자들을 교란변수로서 통제하였다. 연령(년), 요증 코티닌($\mu\text{g/g}$), 체질량지수(kg/m^2)를 활용한 성향점수 매칭을 진행하였다. 요증 코티닌은 흡연상태를 보정하기 위한 변수로 사용하였으며, 요증 코티닌은 요증 크레아티닌으로 나누어 농도보정을 하였고 우편향된 분포를 보여 자연로그를 취하여 분석을 진행하였다. 성향점수

매칭은 매칭 과정에서의 편향(bias)을 줄이기 위해 1:5로 수행하였으며 추정 알고리즘으로는 로지스틱 회귀를, 매칭 알고리즘으로는 최근접 이웃 짝짓기법(nearest neighbor matching)을 사용하였다(Rassen et al., 2012).

성향점수 매칭을 통해 선정된 비교군과 택시 기사군의 일반적 특성 및 임상검사를 비교하였다. 연속형 변수들의 두 군 비교를 위해 independent t-test를 수행하여 P value를 계산하였다. 요증 코티닌은 정규성을 위배하고(Shapiro-Wilk test $p < 0.0001$) 우편향된 분포를 따랐으므로 Mann-Whitney test를 수행하였다. 택시 기사에서 유의한 변화가 있는 항목들에 대해 택시 기사 군을 근무기간의 사분위수에 따라 네 군으로 분류하여 차이가 있는지 확인하고자 하였다. 택시기사 군의 표본 수가 군당 12-17명으로 적어 비모수적 통계방법인 Kruskal-Wallis test를 사용하여 P value를 산출하였다. 통계 프로그램으로는 R project(version 3.6.3, <https://www.r-project.org>)를 사용하였으며 성향점수 매칭을 위해 패키지 “matchit” 사용하였다.

5) 윤리적 고려

본 연구는 개개인 식별이 불가능한 공개자료를 이용한 후향적 연구로서, 고려대학교 의료원 생명윤리심의 위원회의 심의 면제승인을 받았다(IRB No. 2021AS0252).

III. 연구결과

1. 연구 대상 선정 및 성향점수 매칭 결과

총 6,478명이 제2기(2014-2016) 국민환경보건 기초조사에 참여하였다. 남성은 총 2,774명이었다. 본 연구에서 확인하고자 하는 임상검사 및 신체계측에 결측치가 있는 인원 84명을 제외하였으며, 그 인원 중 택시 기사 59명을 선정하였다. 비교군으로는 택시 기사 외 운전작업이 주된 직업 117명과 무직 602명을 제외하고 1,912명을 우선 선정하였다. 성향점수 매칭을 1:5로 수행한 후 비교군으로 295명이 매칭되었다(Figure 1).

2. 연구 대상자들의 일반적 특성 및 혈액학적 소견

성향점수 매칭을 수행하기 전 1,912명에 대해 택시 기사와의 비교는 Appendix A에 제시되어 있다. 택시 기사의 연령은 평균 58.6 ± 8.7 세로 매칭을 수행하기 전 택시 기사를 제외한 인구 집단의 47.9 ± 14.4 세에

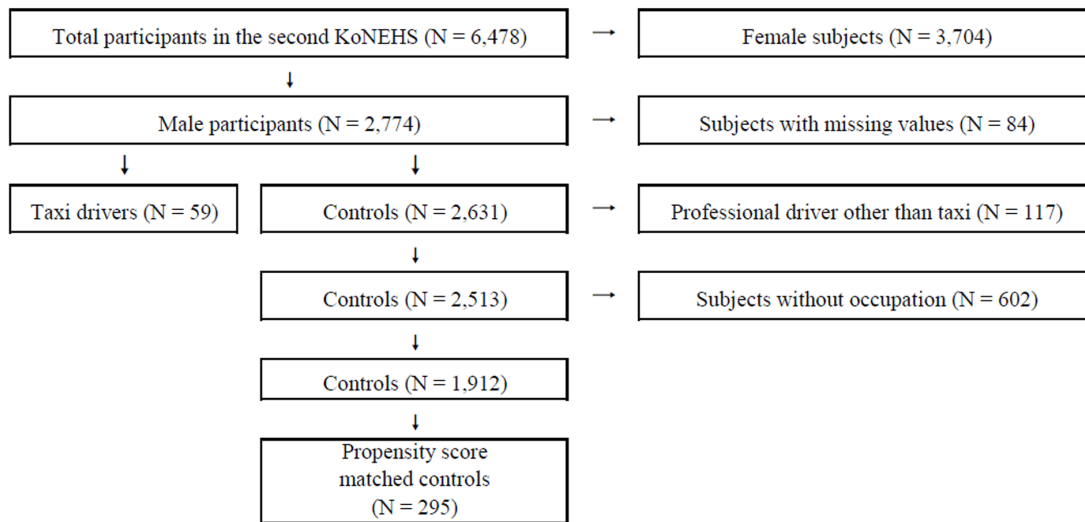


Figure 1. Flow chart of subject inclusion and exclusion criteria

Table 1. Characteristics and hematologic features of taxi drivers and propensity score matched controls

	Matched general population (N* = 295)	Taxi drivers (N = 59)	P value**
Age (years)	58.5 ± 8.5 [†]	58.6 ± 8.7	0.95
Height (cm)	167.4 ± 5.8	167.6 ± 5.9	0.80
Weight (kg)	69.9 ± 8.9	69.4 ± 8.4	0.67
Body mass index (kg/m ²)	24.9 ± 2.7	24.7 ± 2.5	0.50
Total cholesterol (mg/dL)	184.9 ± 34.1	189.2 ± 39.5	0.39
Triglyceride (mg/dL)	209.5 ± 151.5	198.9 ± 112.0	0.54
HDL cholesterol (mg/dL)	49.9 ± 12.4	49.0 ± 14.4	0.62
Serum total IgE (IU/mL)	368.5 ± 928.3	216.0 ± 284.6	< 0.05
Leukocyte count (10 ³ /μL)	7.0 ± 1.8	7.6 ± 2.0	< 0.05
Hematocrit (%)	44.2 ± 3.9	44.6 ± 3.0	0.35
Platelet count (10 ³ /μL)	250.5 ± 59.8	276.3 ± 78.6	< 0.05
Urinary cotinine (μg/g creatinine)	3.8 [1.1; 871.2] [‡]	3.2 [0.9; 926.2]	0.55

* N: Number of samples

** P values were calculated by independent test except urinary cotinine. P value for urinary cotinine was calculated by Mann-Whitney test due to violation of normality; P value < 0.0001 for Shapiro-Wilk normality test.

[†] Mean ± Standard deviation

[‡] Median [25 percentile; 75 percentile]

비해 유의하게 높았다(p<0.0001). 혈청 총 IgE가 택시기사에서 유의미하게 낮은 결과를 보였으며(p<0.05), 혈중 적혈구 수도 유의하게 낮았다(p<0.05).

성향점수 매칭을 수행한 비교군의 직업은 주관식으로 기술한 설문 특성상 다양하게 구성되어 있었으며, 농·축산·어업이 80명(27.1%), 제조업이 25명(8.5%), 건축·건설업 17명(5.8%) 등 생산직이 비교적 높은 비율을 차

지하였고 사무직 12명(4.1%), 판매업 14명(4.7%), 공무원(교사 포함) 13명(4.4%) 등 서비스 및 사무직도 고루 포함되어 있었다. 성향점수 매칭을 통해 선정된 비교군과 택시기사 군의 일반적 특성 및 혈액학적 소견의 비교는 Table 1에 제시되어 있다. 성향점수 매칭을 수행한 변수인 연령, 체질량지수, 요중 코티닌에서는 두 군의 유의한 차이가 없었다. 택시기사 그룹에서 혈중 백

Table 2. Propensity Score Matching and Covariate Balance

		Means (taxi drivers)	Means (controls)	Standardized mean differences	Variance ratio*	eCDF** Mean	eCDF Max
All data	Distance	0.04	0.03	0.72	0.71	0.22	0.41
	Body mass index (kg/m ²)	24.66	24.74	-0.03	0.62	0.05	0.10
	Age (years)	58.56	47.93	1.23	0.36	0.16	0.40
	ln (cotinine (μg/g))	2.72	3.06	-0.09	1.03	0.03	0.11
Matched data	Distance	0.04	0.04	0.00	1.01	0.00	0.03
	Body mass index (kg/m ²)	24.66	24.92	-0.10	0.86	0.04	0.13
	Age (years)	58.56	58.48	0.01	1.04	0.01	0.05
	ln (cotinine (μg/g))	2.72	2.89	-0.05	1.06	0.03	0.09

* Variance ratio close to one indicate good balance.

** eCDF: empirical cumulative density function. Values close to zero indicate good balance.

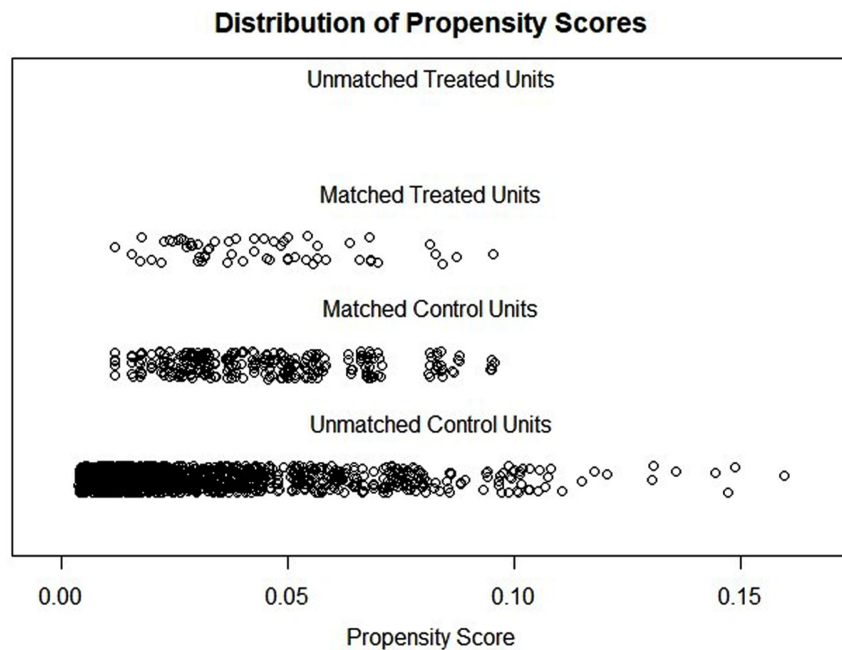


Figure 2. The distribution of propensity score before and after 1:5 propensity score matching

혈구 수는 $7.6 \pm 2.0 \times 10^3 / \mu\text{L}$, 비교군에서는 $7.0 \pm 1.8 \times 10^3 / \mu\text{L}$ 로 통계적으로 유의한 차이가 있었다 ($p < 0.05$). 또한, 택시 기사 군에서 혈중 혈소판 수가 $276.3 \pm 78.6 \times 10^3 / \mu\text{L}$, 비교군에서는 $250.0 \pm 59.8 \times 10^3 / \mu\text{L}$ 으로 택시 기사 군에서 통계적으로 유의하게 높았다 ($p < 0.05$). 혈청 총 IgE는 택시 기사 그룹에서 $216.0 \pm 284.6 \text{ IU/mL}$ 로 비교군 $368.5 \pm 928.3 \text{ IU/mL}$ 에 비해 유의하게 낮은 결과를 보였다 ($p < 0.05$). 그 외 혈중 중성지방, 총 콜레스테롤, HDL 콜레스테롤

및 적혈구 용적 백분율검사에서는 두 군의 유의한 차이는 없었다.

성향점수 매칭에 전후의 밸런싱의 변화는 Table 2에 제시하였다. 성향점수 매칭 전후 밸런싱을 확인하는 지표인 Variance ratio와 empirical cumulative density functions(eCDF) 각각 0.71에서 1.01로, 0.22에서 0.00으로 개선을 보였으며 특히 체질량지수와 연령에 대한 지표가 개선되었다. 경향점수 분포의 변화는 Figure 2에서 확인할 수 있다.

Table 3. Blood leukocyte, platelet, serum total IgE by work period among Korean taxi drivers

Work period (months)	1st quartile (0-75) N=15	2nd quartile (76-204) N=15	3rd quartile (205-300) N=17	4th quartile > 300 N=12	P value*
Leukocyte count (10 ³ / μ L)	8.2 [6.1; 8.6]**	7.3 [6.2; 8.8]	7.2 [6.3; 8.7]	6.4 [5.9; 8.3]	0.88
Platelet count (10 ³ / μ L)	270.0 [225.0; 341.0]	283.0 [250.0; 318.0]	215.5 [266.0; 325.5]	192.3 [254.0; 276.8]	0.66
Serum total IgE (IU/mL)	123 [51.0; 212.0]	54.3 [148.0; 405.9]	54.3 [148.0; 405.9]	50.8 [104.2; 470.5]	0.40

* P values were calculated by Kruskal-Wallis test

** Median [25 percentile; 75 percentile]

3. 택시 기사들의 근무 경력에 따른 혈중 백혈구, 혈소판 수 및 혈청 IgE 수치

택시 기사에서 유의한 상승이 확인된 혈중 백혈구 수, 혈소판 수와 혈청 총 IgE에 대해 택시 기사 군 내에서 근무기간과의 관계를 보고자 하였다. 택시기사의 근무경력을 사분위로 나누어 네 군으로 분류하였으며, 비교군과 유의한 차이를 보인 혈중 백혈구, 혈소판 수 및 혈청 IgE가 근무경력에 따른 차이가 있는지 보고자 하였다. 근무경력의 사분위수는 각각 75개월, 204개월, 300개월이었으며, 해당 기준으로 분류한 군에서 세 임상적 검사 수치 모두 군간의 유의한 차이는 보이지 않았다(Table 3).

IV. 고 찰

본 연구에서는 택시 기사들의 혈액학적 변화를 확인하고자 하였다. 성향점수 매칭을 활용하여 연령, 체질량 지수, 흡연의 효과를 통제한 결과를 얻고자 하였다. 연구결과 택시 기사 군이 비교군에 비해 혈중 백혈구 수와 혈소판 수가 높고 혈청 총 IgE가 낮은 것을 확인할 수 있었다. 그 외 혈중 총 콜레스테롤, HDL 콜레스테롤, 중성지방 및 적혈구 용적 백분율은 비교군에 비해 유의한 차이가 없었다.

본 연구에서 사용된 택시 기사군의 표본 수는 59명으로 약 25만명의 국내 택시 기사를 대표하기에는 적은 숫자이지만, 본 연구에서 활용한 국민 환경보건 기초조사 자료는 체계적인 표본 추출을 수행한 자료로 지역, 연령 등을 고려하여 전 국민의 대표성을 확보한 자료이다. 2014년 기준 19세 이상 인구 약 3,900만명 중 6,479명이 표본 추출되었으며, 해당 표본에서 택시기사를 전

수 추출하였으므로, 표본 추출 및 연구집단 선정 과정에서 본 연구에서 보고자 하는 수치를 고려하지 않았으므로 표본 추출 과정이 연구 결과에 영향을 미쳤을 가능성은 적다. 그러나 추후 연구에서는 좀 더 큰 표본을 통해 연구 결과를 검증해볼 필요가 있다.

현직 택시 기사들의 임상적 검사 수치와 관련된 연구는 다수 보고되어 있으며 주로 심혈관계 위험인자에 초점을 맞추어 기술하고 있다(Kurosaka et al., 2000; Chen et al., 2005; Nasri & Moazenzadeh, 2010; Rahimpour et al., 2016; Rezaei Hachesu et al., 2017). 본 연구 결과에서는 택시 기사들은 비교군에 비해 심혈관계 위험인자 중 말초에서의 염증과 연관된 수치인 혈중 백혈구 수와 혈소판 수가 비교군에 비해 유의미하게 높았다. 이는 기존에 보고된 대만에서 수행된 한 연구가 택시 기사 집단 내에서 평균 월간 운전 시간이 길어질수록 혈중 백혈구, 혈소판 수, 적혈구 용적 백분율이 증가하는 경향(Chen et al., 2005)을 보인 것과 유사한 결과이다. 운전 작업은 장시간 앉아서 근무하게 되며, 이러한 좌식 작업 시간이 길어지면 여러 대사 문제와 염증반응을 일으킬 가능성이 있다(Leon-Latre et al., 2014). 혈소판은 말초 혈관에서 창상 수복 등의 기전을 담당하며 다양한 염증성 사이토카인의 분비와 관련이 있다(Franco et al., 2015). 미국의 국민건강영양조사를 분석한 연구에서 중등도의 신체 활동이 혈소판의 감소와 영향이 있다고 보고되어 있으며, 좌식 활동 시간과 백혈구 수와의 양의 상관 관계도 보고된 바 있다(Willis et al., 2018). 택시 기사들이 직업 특성상 장시간의 좌식 활동을 수행하며 이로 인해 말초혈액 및 염증상태의 변화가 생겼을 것으로 생각된다. 또한 운전을 수행할 때 다양한 스트레스로 인한 카테콜아민의 상승이

보고된 바 있으며(Bellet et al., 1969; Evans & Carrère, 1991), 카테콜아민은 혈중 백혈구의 상승(Benschop et al., 1996)과 말초 혈액으로의 이동(Ince et al., 2018)을 촉진한다고 알려져 있다. 택시 기사들은 운전시 다양한 돌발적인 스트레스에 노출되므로(Belkić et al., 1994) 이러한 스트레스가 일반 인구집단과의 백혈구 및 혈소판 분포 차이에 기여하였을 것이다. 심혈관계 질환 발병에 있어 염증은 죽상경화의 개시 및 진행에 영향을 미치는 중요한 인자로, 백혈구는 그 자체로 다양한 심혈관계 위험인자들(Farhangi et al., 2013)과 연관성이 밝혀져 있으며 최근 전향적 연구들을 통해 그 자체로서도 위험인자로 인정받고 있다(Sabatine et al., 2002; Haim et al., 2004). 혈소판의 증가 또한 대규모 코호트 연구에서 여러 다른 심혈관계 위험인자(Sloan et al., 2015) 및 심혈관계 질환의 위험도(Vinholt et al., 2016)와 연관성을 보이는 연구가 보고되어 있다. 본 연구에서 일반 인구 집단과 비교하여 택시 기사에서 유의미한 백혈구 및 혈소판 수의 증가를 보인 것은 기존 역학 연구들에서 택시 기사의 심혈관계 질환에 대한 위험도가 상승하는 것(BJovanović et al., 1998; Hannerz & Tüchsen, 2001; Bigert et al., 2003)을 뒷받침해주는 결과이다. 또한 본 연구에서는 대표적인 전통적 심혈관계 위험인자인 혈중 지질(Mortensen & Nordestgaard, 2020)수치들은 연령, 비만, 흡연을 고려한 매칭을 실시한 후에는 비교군과 유의한 차이가 없었다. 운전시 스트레스를 포함한 여러 신경학적, 대사 및 내분비적인 요인들이 심혈관계 요인에 미치는 다양한 경로들에 대한 가설들이 기존 문헌들에서 제시되고 있으며(Belkić et al., 1994), 본 연구의 결과는 추후 택시 기사 및 직업적으로 운전을 수행하는 직업군의 심혈관계 위험도 상승에 대한 기전 및 경로 연구의 방향성을 제시해주는 결과이다.

본 연구에서는 택시 근무자들의 혈청 총 IgE가 비교군에 비해 유의하게 낮은 소견을 보였다. 택시 기사들은 장시간 다양한 대기 오염물질들에 노출되며(Ba et al., 2019; Lim et al., 2021), 대기오염에 노출될 경우 오존, 디젤 연소입자 등에 의해 혈청 IgE가 상승할 것이라고 생각되었으나(Salvi, 2007; Rage et al., 2009), 본 연구에서는 이와는 상반된 소견을 보였다. 과거 한 연구에서 시험을 준비하는 스트레스 상황에서 혈중 cortisol의 상승과 IgE의 감소가 보고된 바 있다. 한 동물 실험에서는 랫트가 매우 좁은 공간에 갇혀 스트레스

를 받은 경우 IgE의 형성능력이 감소되었다고 보고되었다. 전문 운전자들은 사회심리적 및 업무요인과 같은 전통적인 직무 요인들에 더해 지속적으로 도로 위에서 외부 자극과 사건에 노출되며 급성 및 만성 스트레스에 노출되어 있다(Belkić et al., 1994). 이러한 스트레스가 택시 기사들의 근무 환경이 체액면역계에도 영향을 미쳐 혈청 총 IgE의 변화를 유발했을 가능성이 있다. 그러나 택시 기사를 포함한 직업적으로 운전을 수행하는 집단에서의 혈청 총 IgE의 변화에 대해 보고한 과거 연구 결과는 찾기 어려우며, 추후 운전과 IgE의 관계에 대해서는 추가적인 기전학적 연구가 필요할 것이다. 혈청 IgE 또한 인과관계에 대한 논란은 있지만(Lippi et al., 2014), 1980, 90년대부터 2000년대 후반까지 대규모 연구에서 지속적으로 심혈관계 질환의 발생 및 중증도와 양의 상관관계가 보고되고 있다(Criqui et al., 1987; Langer et al., 1996; Min & Min, 2019). 다만 일부 연구에서는 혈청 IgE의 결핍이 허혈성 심질환의 위험도를 오히려 상승시킨다는 보고도 있어(Magen et al., 2015) IgE와 심혈관계 질환 발생의 관계에 대한 기전과 인과성에 대해서는 명확하게 밝혀져 있지 않다. 본 연구에서는 혈청 IgE는 택시 기사군에서 유의하게 낮은 결과를 보인 차이가 심혈관계 질환 발생 위험도와 연관성을 가지는지에 대한 명확한 결론은 내릴 수 없으나 기전학적 연구 및 전향적 연구들을 통해 추후 연구해 볼 가치가 있는 부분이다.

본 연구에서는 택시 기사 군의 혈중 백혈구, 혈소판 수 및 혈청 IgE는 택시 기사로서 근무한 기간과는 유의한 연관성이 없었다. 이러한 염증 및 심혈관계 질환과 관련된 혈액학적 변화가 만성적으로 누적된 변화이기보다는 택시 운전 업무를 수행하면서 발생하는 급성 변화일 가능성을 시사한다. 그러나 택시 기사 집단 내에서 다양한 층화분석이나 교란변수를 통제한 회귀분석을 실시하기에는 표본의 수가 작아 이에 대해서는 후속 연구에서 추가적인 분석이 필요하다.

본 연구는 공개자료를 활용한 단면연구로, 위험요인과 임상검사 결과 간의 관계의 인과성을 확인하기에는 한계가 있다. 직업력에 대한 상세한 기록이 없어 일일 근무시간, 근무강도, 스트레스 정도 등에 대한 상세한 분석을 수행할 수 없었다는 한계점이 있다. 검사 시점이 상이하고 검사 시점의 근태(가령 근무 중, 휴식 중, 휴일 등)에 관련된 기록이 없어 택시 운전 작업의 혈액학적 변화에 대한 상세한 고찰에 제한이 있었으며, 원 자

료의 여성 택시 기사가 1명으로 표본이 적어 배제하여 성별에 따른 분석을 수행하지 못했다. 또한, 원 자료에서 혈중 지질에 대한 검사 중 심혈관계 질환과 가장 관련이 큰 것으로 알려진 LDL 콜레스테롤(Lim et al., 2021)에 대한 직접검사를 수행하지 않아 이에 대한 평가가 이루어지지 못한 부분은 아쉽다. 또한 연구 대상은 택시 기사로 단일 직업이었으나 비교군은 다양한 직업을 가지고 있었다. 편의상 직업군으로 분류하였으나 실제 기술한 직업 내용이 직업군 내에서도 상이하여 택시 기사군 외 비교군 내의 직업군별 통계 도출 및 고찰은 수행하지 못했다. 추후 택시 기사 외 다양한 직업 및 직업군에 대한 분석도 의미가 있을 것으로 보인다.

그러나 본 연구에서는 성향점수 매칭을 활용하여 연령, 흡연, 비만의 요소를 통제한 직업적인 요인에 대한 영향을 분석하였다는 강점이 있으며, 이를 통해 심혈관계 질환과 관계가 있다고 알려진 혈중 백혈구 수, 혈소판 수 및 혈청 총 IgE와 같은 염증 및 심혈관계 질환의 위험과 관련된 수치들의 변동을 확인할 수 있었다. 이러한 결과는 택시 기사의 직업적 요인으로 인한 혈청학적, 면역학적 건강영향이 존재하며, 심혈관계 질환 위험도 상승의 가능성을 보여주는 결과이다. 추후 택시 기사들의 염증, 면역 관련 혈액학적 지표의 변동과 심혈관계 질환 발병에 대한 역학 및 기전에 대해 관심을 가지고 지속적인 연구가 수행되어야 할 것이다.

V. 결 론

본 연구에서는 성별, 비만, 흡연을 고려하여 선정한 비교 집단 대비 택시 기사의 혈중 백혈구 수, 혈소판 수의 상승 및 혈청 총 IgE의 감소를 보임으로써 택시 운전 업무가 체내 염증 반응 및 심혈관계 위험인자에 영향을 미칠 수 있다는 것을 보였다. 이는 택시 기사를 포함한 직업적으로 운전을 수행하는 군에서 일관되게 보고되어 온 심혈관계 질환 위험도 상승과 관련된 기전에 대한 가능성 및 추후 연구 방향을 제시하는 결과이다. 그러나 혈청 총 IgE의 감소는 기존 택시 기사 및 직업적으로 운전을 수행하는 군에서 찾아보기 어려웠던 결과이며, 이에 대해서는 추가적인 연구가 필요할 것으로 보인다. 추후 연구에서는 택시 기사들의 혈청학적, 면역학적 및 심혈관계 건강 영향에 대해 본 연구에서 다루지 못한 다양한 생체 지표 및 임상 검사를 포함한 역학 연구 및 기전학적 연구가 수행될 필요가 있다.

References

- Ba AN, Verdin A, Cazier F, Garcon G, Thomas J et al. Individual exposure level following indoor and outdoor air pollution exposure in Dakar (Senegal). *Environ Pollut* 2019;248::397-407(<http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2019.02.042>)
- Belkić K, Emdad R, Theorell T. Occupational profile and cardiac risk: possible mechanisms and implications for professional drivers. *Int J Occup Med* 1998; 11(1):37-57(<http://dx.doi.org/>)
- Belkić K, Savić Č, Theorell T, Rakić L, Ercegovic D et al. Mechanisms of cardiac risk among professional drivers. *Scand J Work Environ Health* 1994;20(2): 73-86(<http://dx.doi.org/>)
- Bellet S, Roman L, Kostis J. The effect of automobile driving on catecholamine and adrenocortical excretion. *Am J Cardiol* 1969;24(3):365-368([http://dx.doi.org/10.1016/0002-9149\(69\)90430-5](http://dx.doi.org/10.1016/0002-9149(69)90430-5))
- Benschop RJ, Rodriguez-Feuerhahn M, Schedlowski M. Catecholamine-induced leukocytosis: early observations, current research, and future directions. *Brain Behav Immun* 1996;10(2):77-91 (<http://dx.doi.org/10.1006/brbi.1996.0009>)
- Bigert C, Gustavsson P, Hallqvist J, Hogstedt C, Lewné M et al. Myocardial infarction among professional drivers. *Epidemiology* 2003;14(3):333-339(<http://dx.doi.org/>)
- Bigert C, Klerdal K, Hammar N, Hallqvist J, Gustavsson P. Time trends in the incidence of myocardial infarction among professional drivers in Stockholm 1977-96. *Occup Environ Med* 2004;61(12):987-991(<http://dx.doi.org/10.1136/oem.2004.012781>)
- Bourdrel T, Bind M-A, Béjot Y, Morel O, Argacha J-F. Cardiovascular effects of air pollution. *Arch Cardiovasc Dis* 2017;110(11):634-642(<http://dx.doi.org/10.1016/j.acvd.2017.05.003>)
- Brookhart MA, Schneeweiss S, Rothman KJ, Glynn RJ, Avorn J et al. Variable selection for propensity score models. *Am J Epidemiol* 2006;163(12):1149-1156 (<http://dx.doi.org/10.1093/aje/kwj149>)
- Brucker N, Moro AM, Charao MF, Durgante J, Freitas F et al. Biomarkers of occupational exposure to air pollution, inflammation and oxidative damage in taxi drivers. *Sci Total Environ* 2013;463:884-893(<http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.06.098>)
- Chen J, Chen Y, Chang W, Christiani D. Long driving time is associated with haematological markers of increased cardiovascular risk in taxi drivers. *Occup Environ Med* 2005; 62(12):890-894(<http://dx.doi.org/>)

- doi.org/10.1136/oem.2005.020354)
- Choi W, Kim S, Baek Y-W, Choi K, Lee K et al. Exposure to environmental chemicals among Korean adults—updates from the second Korean National Environmental Health Survey (2012–2014). *Int J Hyg Environ Health* 2017;220(2):29–35(<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijheh.2016.10.002>)
- Criqui MH, Lee ER, Hamburger RN, Klauber MR, Coughlin S. IgE and cardiovascular disease: results from a population-based study. *Am J Med* 1987;82(5):964–968([http://dx.doi.org/10.1016/0002-9343\(87\)90159-8](http://dx.doi.org/10.1016/0002-9343(87)90159-8))
- Elshatarat RA, Burgel BJ. Cardiovascular risk factors of taxi drivers. *J Urban Health* 2016;93(3):589–606 (<http://dx.doi.org/10.1007/s11524-016-0045-x>.)
- Evans GW, Carrère S. Traffic congestion, perceived control, and psychophysiological stress among urban bus drivers. *Am J Appl Psychol* 1991;76(5):658 (<http://dx.doi.org/10.1037/0021-9010.76.5.658>)
- Farhangi MA, Keshavarz S-A, Eshraghian M, Ostadrahimi A, Saboor-Yaraghi A-A. White blood cell count in women: relation to inflammatory biomarkers, haematological profiles, visceral adiposity, and other cardiovascular risk factors. *J Health Popul Nutr* 2013;31(1):58(<http://dx.doi.org/10.3329/jhpn.v31i1.14749>.)
- Franco AT, Corken A, Ware J. Platelets at the interface of thrombosis, inflammation, and cancer. *Am J Hematol* 2015;126(5):582–588(<http://dx.doi.org/10.1182/blood-2014-08-531582>)
- Gagnon DR, Zhang T-J, Brand FN, Kannel WB. Hematocrit and the risk of cardiovascular disease—the Framingham study: a 34-year follow-up. *Am Heart J* 1994;127(3):674–682([http://dx.doi.org/10.1016/0002-8703\(94\)90679-3](http://dx.doi.org/10.1016/0002-8703(94)90679-3))
- Haim M, Boyko V, Goldbourt U, Battler A, Behar S. Predictive value of elevated white blood cell count in patients with preexisting coronary heart disease: the Bezafibrate Infarction Prevention Study. *Archives of internal medicine* 2004;164(4):433–439(<http://dx.doi.org/doi:10.1001/archinte.164.4.433>)
- Hannerz H, Tüchsen F. Hospital admissions among male drivers in Denmark. *Occup Environ Med* 2001;58(4):253(<http://dx.doi.org/10.1136/oem.58.4.253>)
- Hedberg G, Jacobsson K, Langendoen S, Nyström L. Mortality in circulatory diseases, especially ischaemic heart disease, among Swedish professional drivers: A retrospective cohort study. *J Hum Ergol* 1991;20(1):1–5(<http://dx.doi.org/>
- Ince LM, Weber J, Scheiermann C. Control of Leukocyte Trafficking by Stress-Associated Hormones. *Front Immunol* 2018;9::3143(<http://dx.doi.org/10.3389/fimmu.2018.03143>)
- Jeong SM, Choi S, Kim K, Kim SM, Lee G et al. Effect of change in total cholesterol levels on cardiovascular disease among young adults. *Am Heart J* 2018;7(12):e008819(<http://dx.doi.org/10.1161/JAHA.118.008819>.)
- Jovanović J, Batanjac J, Jovanović M, Bulat P, Torbica N et al. Occupational profile and cardiac risks: mechanisms and implications for professional drivers. *Int J Occup Med Environ Health* 1998;11(2):145–152(<http://dx.doi.org/>
- Kurosaka K, Daida H, Muto T, WATANABE Y, KAWAI S et al. Characteristics of coronary heart disease in Japanese taxi drivers as determined by coronary angiographic analyses. *Ind Health* 2000;38(1):15–23(<http://dx.doi.org/10.2486/indhealth.38.15>)
- Langer RD, Criqui MH, Feigelson HS, McCann TJ, Hamburger RN. IgE predicts future nonfatal myocardial infarction in men. *Journal of clinical epidemiology* 1996;49(2):203–209([http://dx.doi.org/10.1016/0895-4356\(95\)00548-x](http://dx.doi.org/10.1016/0895-4356(95)00548-x))
- Leon-Latre M, Moreno-Franco B, Andres-Esteban EM, Ledesma M, Laclaustra M et al. Sedentary lifestyle and its relation to cardiovascular risk factors, insulin resistance and inflammatory profile. *Rev Esp Cardiol* 2014;67(6):449–455(<http://dx.doi.org/10.1016/j.rec.2013.10.015>)
- Li CY, Sung FC. A review of the healthy worker effect in occupational epidemiology. *Occup Med* 1999;49(4):225–229(<http://dx.doi.org/10.1093/occmed/49.4.225>)
- Lim S, Barratt B, Holliday L, Griffiths CJ, Mudway IS. Characterising professional drivers' exposure to traffic-related air pollution: Evidence for reduction strategies from in-vehicle personal exposure monitoring. *Environ Int* 2021;153::106532(<http://dx.doi.org/10.1016/j.envint.2021.106532>)
- Lippi G, Cervellin G, Sanchis-Gomar F. Immunoglobulin E (IgE) and ischemic heart disease. Which came first, the chicken or the egg? *Ann Med* 2014;46(7):456–463(<http://dx.doi.org/>
- Magen E, Mishal J, Vardy D. Selective IgE deficiency and cardiovascular diseases. *Allergy Asthma Proc: OceanSide Publications*; 2015. p. 225
- Martin WP, Sharif F, Flaherty G. Lifestyle risk factors for cardiovascular disease and diabetic risk in a sedentary occupational group: the Galway taxi driver

- study. *Ir J Med Sci* 2016;185(2):403-412(<http://dx.doi.org/10.1007/s11845-016-1442-6>)
- Min K-B, Min J-Y. Risk of cardiovascular mortality in relation to increased total serum IgE levels in older adults: a population-based cohort study. *Int J Environ Res Public Health* 2019;16(22):4350 (<http://dx.doi.org/10.3390/ijerph16224350>)
- Moller SV, Hannerz H, Hansen AM, Burr H, Holtermann A. Multi-wave cohort study of sedentary work and risk of ischemic heart disease. *Scand J Work Environ Health* 2016;42(1):43-51(<http://dx.doi.org/10.5271/sjweh.3540>)
- Mortensen MB, Nordestgaard BG. Elevated LDL cholesterol and increased risk of myocardial infarction and atherosclerotic cardiovascular disease in individuals aged 70-100 years: a contemporary primary prevention cohort. *The Lancet* 2020;396(10263):1644-1652([http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)32233-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(20)32233-9))
- Nasri H, Moazenzadeh M. Coronary artery disease risk factors in drivers versus people in other occupations. *Arya Atherosclerosis* 2010;2(2)
- National Institute of Environmental Research (NIER). Guideline for Biological Specimens Management on The Second Stage Korean National Environmental Health Survey I: Korea Ministry of Environment; 2012. p. 7-27
- National Institute of Environmental Research (NIER). Manual for Analysis of Environmental Pollutants in Biological Samples (Organic Chemicals): Korea Ministry of Environment; 2015. p. 21-33
- Nordestgaard BG, Varbo A. Triglycerides and cardiovascular disease. *The Lancet* 2014;384(9943):626-635([http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(14\)61177-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(14)61177-6))
- Rader DJ, Hovingh GK. HDL and cardiovascular disease. *The Lancet* 2014;384(9943):618-625([http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(14\)61217-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(14)61217-4))
- Rage E, Jacquemin B, Nadif R, Oryszczyn MP, Siroux V et al. Total serum IgE levels are associated with ambient ozone concentration in asthmatic adults. *Allergy* 2009;64(1):40-46(<http://dx.doi.org/10.1111/j.1398-9995.2008.01800.x>)
- Rahimpour F, Jarahi L, Rafeemanesh E, Taghati A. Assessment of occupational stress in taxi drivers and its relation with cardiovascular risk factors. *Occup Med (Lond)* 2016;8(2):51-61(<http://dx.doi.org/>)
- Rassen JA, Shelat AA, Myers J, Glynn RJ, Rothman KJ et al. One-to-many propensity score matching in cohort studies. *Pharmacoepidemiol Drug Saf* 2012;21::69-80(<http://dx.doi.org/10.1002/pds.3263>)
- Rezaei Hachesu V, Naderyan Feli S, Zare Sakhvidi MJ. Prevalence of cardiovascular risk factors among taxi drivers in Yazd, Iran, 2016. *J Community Health Res* 2017;6(4):200-206(<http://dx.doi.org/>)
- Sabatine MS, Morrow DA, Cannon CP, Murphy SA, Demopoulos LA et al. Relationship between baseline white blood cell count and degree of coronary artery disease and mortality in patients with acute coronary syndromes: a TACTICS-TIMI 18 substudy. *J Am Coll Cardiol* 2002;40(10):1761-1768 ([http://dx.doi.org/10.1016/s0735-1097\(02\)02484-1](http://dx.doi.org/10.1016/s0735-1097(02)02484-1))
- Salvi S. Health effects of ambient air pollution in children. *Paediatr Respir Rev* 2007;8(4):275-280(<http://dx.doi.org/10.1016/j.prv.2007.08.008>)
- Sangaleti CT, Trincaus MR, Baratieri T, Zarowy K, Ladika MB et al. Prevalence of cardiovascular risk factors among truck drivers in the South of Brazil. *BMC Public Health* 2014;14(1):1-9(<http://dx.doi.org/10.1186/1471-2458-14-1063>)
- Sloan A, Gona P, Johnson AD. Cardiovascular correlates of platelet count and volume in the Framingham Heart Study. *Ann Epidemiol* 2015;25(7):492-498 (<http://dx.doi.org/10.1016/j.annepidem.2015.01.010>)
- Tüchsen F, Hannerz H, Roepstorff C, Krause N. Stroke among male professional drivers in Denmark, 1994-2003. *Occup Environ Med* 2006;63(7):456-460 (<http://dx.doi.org/10.1136/oem.2005.025718>)
- Vinholt PJ, Hvas A-M, Frederiksen H, Bathum L, Jørgensen MK et al. Platelet count is associated with cardiovascular disease, cancer and mortality: a population-based cohort study. *Thromb Res* 2016; 148:136-142(<http://dx.doi.org/10.1016/j.thromres.2016.08.012>)
- Willis EA, Shearer JJ, Matthews CE, Hofmann JN. Association of physical activity and sedentary time with blood cell counts: National Health and Nutrition Survey 2003-2006. *PLoS One* 2018;13(9):e0204277(<http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0204277>)

<저자정보>

백기욱(임상강사)

Appendix A. Characteristics and hematologic features of study subjects

	General population except drivers (N* = 1,912)	Taxi drivers (N = 59)	P value**
Age (years)	47.9 ± 14.4 [†]	58.6 ± 8.7	< 0.0001
Work period for taxi drivers (months)	-	201.8 ± 128.6	-
Height (cm)	169.8 ± 6.4	167.6 ± 5.9	< 0.05
Weight (kg)	71.4 ± 11.1	69.4 ± 8.4	0.07
Body mass index (kg/m ²)	24.7 ± 3.2	24.7 ± 2.5	0.81
Serum total IgE (IU/mL)	295.5 ± 622.4	216.0 ± 284.6	< 0.05
Total cholesterol (mg/dL)	184.6 ± 34.7	189.2 ± 39.5	0.32
Triglyceride (mg/dL)	203.3 ± 160.6	198.9 ± 112.0	0.77
HDL cholesterol (mg/dL)	50.8 ± 12.1	49.0 ± 14.4	0.34
Leukocyte count (10 ³ /μL)	7.2 ± 1.8	7.6 ± 2.0	0.06
Hematocrit (%)	45.0 ± 3.4	44.6 ± 3.0	0.37
Platelet count (10 ³ /μL)	258.2 ± 61.7	276.3 ± 78.6	0.08
Urinary cotinine (μg/g creatinine)	4.5 [1.0; 943.3] [‡]	3.2 [0.9; 926.2]	0.54

** P values were calculated by independent test except urinary cotinine. P value for urinary cotinine was calculated by Mann-Whitney test.

[†] Mean ± Standard deviation

[‡] Median [25 percentile; 75 percentile]