

## 출퇴근 소요시간이 남자 근로자의 혈중 Gamma-glutamyltransferase에 미치는 영향

인하대학교 의과대학 부속병원 산업의학과

김상훈 · 이지나 · 홍윤철

— Abstract —

### Effect of Commuting Time on Male Worker's Serum Gamma-glutamyltransferase Level

Sang-hoon Kim, Jee-Na Lee, Yun-Chul Hong

*Department of Occupational and Environmental Medicine,  
Inha University Hospital, Incheon*

**Objectives:** Alcohol drinking, obesity, and reduced physical activity are commonly related to oxidative stress, which induces plasma membrane-bound protein damage in hepatic cells and elevates serum  $\gamma$ -GTP. We have a hypothesis that a long commuting time may induce oxidative stress. This study was undertaken to investigate the relationship between commuting time and serum  $\gamma$ -GTP level.

**Methods:** Questionnaires were administered to 717 male workers who had worked at Kimpo airport until the year 2000, and had then moved to Incheon airport and were working there in 2002. The questionnaire included items concerning commuting time, sleeping time and alcohol consumption. Physical examination and laboratory data were also collected.

**Results:** Serum  $\gamma$ -GTP level was significantly and positively correlated with commuting time, body mass index, systolic blood pressure, diastolic blood pressure, hemoglobin, glucose, total cholesterol, AST, ALT and alcohol consumption. Multivariate regression analysis demonstrated that serum  $\gamma$ -GTP level is significantly associated with commuting time, after considering the other covariates.

**Conclusions:** Commuting time is one of the factors that affects serum  $\gamma$ -GTP level in male workers.

**Key Words:** Commuting time, Gamma-glutamyltransferase

## 서 론

혈중 gamma-glutamyltransferase( $\gamma$ -GTP)는 간세포손상에 대한 생체지표로 널리 이용되어 왔으며(Rollason 등, 1972; Sillanaukee 등, 2001; Whitfield, 2001), 최근에는  $\gamma$ -GTP가 산소성 손상(oxidative stress)을 나타내는 생체지표로서 의미를 가지는 것으로 알려졌다(Borud 등, 2000; Mikkelsen 등, 2002). 많은 연구에서  $\gamma$ -GTP와 음주량과의 연관성이 알려져 있는데(Nakanishi 등, 2000; Nikkari 등, 2001; Sillanaukee 등, 2001; Whitfield, 2001), 그 이유는 에탄올을 섭취하면 에탄올을 분해하기 위한 효소대사과정에서 산소성 손상(oxidative stress)에 의해서 유리산소기(free radical)의 발생이 증가하므로써 glutathione 고갈을 유발하며 간세포내 단백질의 알킬화(alkylation)에 관여하기 때문에  $\gamma$ -GTP가 상승하는 것으로 밝혀지고 있다(Whitfield, 2001; Zima 등, 2001). 한편 운동부족 역시 혈중  $\gamma$ -GTP와 관련이 있는 것으로 알려져 있는데 이 역시 산소성 손상(oxidative stress)과 관련있는 것으로 알려져 있다(Nilssen & Forde, 1994; Wannamethee 등, 1995; Pawlak 등, 1998; Oishi 등, 1999; Radak 등, 2001; Mileva 등, 2002). 이외에도 최근 산소성 손상(oxidative stress)에 관한 연구가 많이 진행되면서 산소성 손상(oxidative stress)을 야기하는 인자들이  $\gamma$ -GTP상승을 유발하는 것으로 보고되고 있는데, 특히 산소성 손상(oxidative stress)과 관련이 있는 비만(Salvaggio 등, 1991; Nilssen & Forde, 1994; Arndt 등, 1998; Daepfen 등, 1998; Nakanishi 등, 2000; Lee 등, 2001; Conigrave 등, 2002), 흡연(Arnesen 등, 1986; Nilssen 등, 1990), 지질대사(Nikkari 등, 2001), 당뇨(Perry 등, 1998; Arndt 등, 1998; Sillanaukee 등, 2001), 혈압(Ikai 등, 1994; Arndt 등, 1998; Perry 등, 1998; Emdin 등, 2002) 등이 혈중  $\gamma$ -GTP상승과 연관되는 것이 알려져 있다.

많은 근로자들이 출퇴근을 위해 일정 시간을 소비하고 있다. 갈아타거나, 정류장이나 주차장에서 집이나 직장으로 걸어가는 약간의 시간을 제외하면,

출퇴근에 소요되는 시간중 대부분은 가만히 앉아있거나 서있게 된다. 따라서 출퇴근에 소요되는 시간이 길수록 어느 일정시간을 지난 후에는 운동량이 줄어들 것이다. 저자는 운동부족이 산소성 손상(oxidative stress)과 관련되는 인자이므로, 출퇴근 소요시간이 길어지면 혈중  $\gamma$ -GTP가 증가할 것이라는 가설을 설정하였다.

영종도에 위치한 인천공항은 2001년 초에 개항하였다. 인천공항의 개항으로 인해 공항업무와 관련 있는 여러 회사들이 김포공항에서 약 40 km 떨어진 영종도 인천공항으로 이전하였으며, 이에 따라 많은 근로자들이 작업장의 변화와 출퇴근 소요시간의 변화를 겪었다. 인천공항의 근로자는 약 30,000명이며, 이들은 과거 김포공항에서 동일업무를 수행하다가 공항의 이전에 따라 근무지가 인천공항으로 옮겨진 근로자와 인천공항 개항후 신규채용된 근로자로 이루어진다. 영종도 내 공항신도시는 현재 건설 중에 있어 대부분의 근로자는 서울, 인천, 김포 등지에서 승용차 또는 버스로 출퇴근을 하고 있다. 과거 김포공항에서 일하던 근로자들은 2001년에 대부분 직책, 업무의 변화 없이 작업장의 위치만 인천공항으로 옮겨졌으므로 출퇴근 소요시간 및 출퇴근 소요시간의 변화를 보기에 적절한 집단으로 판단하여 이들을 대상으로 연구를 시행하였다.

## 대상 및 방법

### 대상

작업장이 인천공항 내에 있는 5개 회사의 근로자들을 대상집단으로 설정하였다. 이 회사들은 김포공항에서 급유, 화물운송, 기내식 공급, 청소 등 항공기 운항에 관한 지상 서비스를 제공하던 회사들로서, 2001년에 인천공항으로 이전하여 동일한 업무를 수행하고 있다. 연구대상자는 2000년 이전부터 김포공항에 근무하다가 회사의 이전과 함께 인천공항에서 근무하는 근로자로, 설문에 응답한 1353명 중 2000년, 2002년에 근로자 건강진단을 받았고, 담당 직무 및 근무형태가 변하지 않은 남자 근로자 717명을 대상으로 하였으며, 연령분포는 30세~39세가 356명(49.6%)으로 가장 많았다(Table 1). 항공기 승무원은 근무시간 및 날짜가 일정하지 않아 연구대상에 포함되지 않았다.

**설문 및 검사**

회사의 자료를 통해 근로자들의 인적사항과 주소를 확인하였으며, 설문조사를 통해 김포공항에서 근무할 때의 출퇴근 소요시간, 수면시간과 음주량, 인천공항에서 근무할 때의 출퇴근 소요시간과 수면시간, 이사 여부를 확인하였으며, 신장, 체중, 혈압측정으로 체질량지수(BMI: Body Mass Index, Kg/m<sup>2</sup>)와 수축기 및 이완기 혈압을 구하였으며, 혈액검사를 통해 혈색소, 공복시 혈당, 총콜레스테롤, AST, ALT,  $\gamma$ -GTP를 측정하였다. 매년 5월에 인천지역 한 의과대학병원 산업의학과에서 검사가 이루어졌다. 혈액검사는 같은 병원 임상병리과에서 시행하였다.

**통계분석**

수집된 자료의 통계적 분석은 SPSS for windows 9.0을 이용하여 첫째,  $\gamma$ -GTP와 다른 변수의 관련성을 보기 위하여 Pearson's correlation

**Table 1.** Age distribution of study participants

age	Number (%) (N=717)	
-19	0	(0.0)
20-29	96	(13.4)
30-39	356	(49.6)
40-49	220	(30.7)
50-59	45	(6.3)
60-	0	(0.0)

coefficients를 구하였다. 둘째, 다변량 회귀분석을 통하여 다른 변수들을 통제한 상태에서 출퇴근 소요시간에 따른  $\gamma$ -GTP의 변화량을 산출하였다. 셋째, 출퇴근 소요시간과  $\gamma$ -GTP의 관련성 분석을 위해 S-Plus 4.0 을 이용한 일반부가모형(general additive model)으로 양-반응 관계를 살펴보았다. 끝으로, 출퇴근 소요시간의 변화량에 따른  $\gamma$ -GTP 상승의 변화는 상대위험도로 구하였다.

**결 과**

연구대상자들의 출퇴근 소요시간은 김포공항에서 인천공항으로 근무지가 변경되기 전에는 평균 62.86 분이였으며, 근무지가 변경된 후에는 139.30 분으로 유의한 출퇴근 소요시간 증가가 있었다. 평균수면시간은 근무지 변경 전 7.45 시간에서 근무지 변경 후 6.61 시간으로 유의한 수면시간의 감소가 있었다. 또한 2000년과 2002년 사이에 체질량지수(BMI), 수축기혈압, 이완기혈압, 혈당, 총콜레스테롤, AST, ALT,  $\gamma$ -GTP의 유의한 증가가 나타났으며, 헤모글로빈은 유의한 변화를 보이지 않았다(Table 2).

$\gamma$ -GTP와 유의한 상관관계를 보이는 변수들로는 출퇴근 소요시간(r=0.11), 체질량지수(r=0.27), 수축기혈압(r=0.18), 이완기혈압(r=0.24), 혈색소(r=0.12), 혈당(r=0.08), 총콜레스테롤(r=0.24), AST(r=0.49), ALT(r=0.49), 음주량(r=0.10)이 있었다(Table 3).

**Table 2.** Change of variables of physical examination and laboratory analysis during 2000-2002

	2000		2002		sig.
	mean	SD	mean	SD	p=
commuting time(minute)	62.86	38.87	139.30	63.10	<0.01
sleeping time(hour)	7.45	1.07	6.61	1.09	<0.01
BMI(kg/m <sup>2</sup> )	23.32	2.71	23.99	2.79	<0.01
Systolic Blood Pressure(mmHg)	118.73	13.02	126.08	12.77	<0.01
Diastolic Blood Pressure(mmHg)	74.82	9.90	80.12	10.13	<0.01
Hemoglobin(g/dl)	14.76	0.84	14.74	0.87	0.47
Glucose(mg/dl)	96.21	14.51	98.30	16.66	<0.01
T. Cholesterol(mg/dl)	185.33	32.51	197.01	33.26	<0.01
AST(GOT)(IU/L)	21.79	7.80	24.42	8.93	<0.01
ALT(GPT)(IU/L)	26.52	17.43	31.97	20.92	<0.01
$\gamma$ -GTP(IU/L)	30.41	25.73	41.66	35.50	<0.01

2002년 결과에서  $\gamma$ -GTP를 종속변수로 하여 다른 변수들과의 다변량 회귀분석을 시행한 결과,  $\gamma$ -GTP는 출퇴근 소요시간( $\beta=0.04$ ), 체질량지수( $\beta=1.12$ ), 이완기혈압( $\beta=0.38$ ), 총콜레스테롤( $\beta=0.13$ ), AST( $\beta=1.30$ ), ALT( $\beta=0.25$ ), 음주량( $\beta=0.03$ )과 유의한 연관성을 나타내었다(Table 4).

체질량지수, 수축기 혈압, 이완기 혈압, 총콜레스테롤, AST, ALT, 음주량의 영향을 보정한 출퇴근

소요시간에 따른  $\log(\gamma$ -GTP)값의 변화를 살펴본 결과 출퇴근 시간이 60 분 이상인 경우에는 소요시간 증가에 따라  $\gamma$ -GTP 값이 상승하는 양-반응관계를 잘 나타내고 있었다(Figure 1).

공항이주 전인 2000년 당시 정상  $\gamma$ -GTP값(10~87 IU/L)을 나타내었던 685명의 남자 근로자에 대하여 출퇴근 소요시간 변화량을 60 분이하, 60 분초과로 구분한 후, 공항이주 후인 2002년의  $\gamma$ -GTP값을 정상(10~87 IU/L)/비정상(88 IU/L 이상) 군으로 구분하여 비교위험도를 구하였다. 분석결과 출퇴근 소요시간이 60 분이하로 증가된 군보다 60 분을 초과하여 증가된 군에서  $\gamma$ -GTP값이 비정상으로 될 비교위험도는 2.20(95% CI : 1.14-4.23)로 나타났으며, 기준을 90 분, 120 분으로 구분하면 각각 2.43(95% CI : 1.34-4.38), 2.57(95% CI : 1.36-4.86)로 위험도가 증가하는 것으로 나타났다(Table 5).

고 찰

산소성 손상(oxidative stress)은 유리산소기(free radical)의 발생을 증가시켜 이를 억제하는

**Table 3.** Pearson's correlation coefficients between  $\gamma$ -GTP and covariates in 2002.

Variab	Pearson's coefficient
Commuting time (minute)	0.11*
Sleeping time (hour)	-0.06
BMI (Kg/m <sup>2</sup> )	0.27†
Systolic Blood Pressure (mmHg)	0.18†
Diastolic Blood Pressure (mmHg)	0.24†
Hemoglobin (g/dl)	0.12*
Glucose (mg/dl)	0.08*
T. chol (mg/dl)	0.24†
AST(GOT) (IU/L)	0.49†
ALT(GPT) (IU/L)	0.49†
alcohol intake (cc/week)	0.10*

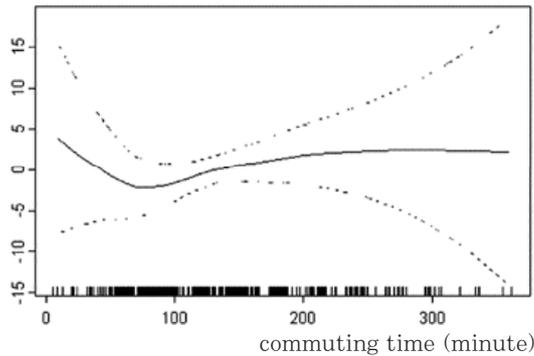
\* : p< 0.05      † : p<0.01

**Table 4.** Multiple linear regression analysis for the relationship between  $\gamma$ -GTP and covariates

	Beta	SE	t	sig( p = )
Commuting time	0.04	0.02	2.40	0.02
Sleeping time	-1.19	1.02	-1.17	0.25
BMI	1.12	0.44	2.56	0.01
BP(sys)	0.03	0.11	0.31	0.76
BP(dia)	0.38	0.14	2.68	0.01
Hemoglobin	1.06	1.33	0.80	0.42
Glucose	0.10	0.07	1.44	0.15
T. chol	0.13	0.04	3.80	<0.01
AST(GOT)	1.30	0.20	6.47	<0.01
ALT(GPT)	0.25	0.09	2.74	0.01
alcohol intake	0.03	0.01	2.54	0.01
constant	-111.91	25.10	-4.46	<0.01

**Table 5.** Relative Risk of abnormal  $\gamma$ -GTP values according to the change of commuting time

Time change	Relative risk	$\chi^2$	df	p-value
cut : 60min (~60min / 61min~)	2.20 (1.14~4.23)	5.87	1	0.02
cut : 90min (~90min / 91min~)	2.43 (1.34~4.38)	9.12	1	<0.01
cut : 120min (~120min / 121min~)	2.57 (1.36~4.86)	8.66	1	<0.01



**Fig. 1.** Relationship between commuting time and estimated change of log( $\gamma$ -GTP). Dotted lines indicate 95% confidence interval.

glutathione의 고갈을 일으키고 glutathione의 평형유지에 관여하는  $\gamma$ -GTP의 상승을 유발한다고 알려지고 있다(Borud 등, 2000; Zima 등, 2001). 즉 산소성 손상(oxidative stress)에 의해  $\gamma$ -GTP의 상승이 일어나며,  $\gamma$ -GTP는 산소성 손상(oxidative stress)을 나타내는 하나의 생체지표(biologic marker)로서 볼수 있는 것이다.

산소성 손상(oxidative stress)을 유발하는 인자들은 운동부족(Nilssen & Forde, 1994; Wannamethee 등, 1995; Pawlak 등, 1998; Oishi 등, 1999; Radak 등, 2001; Mileva 등, 2002), 비만(Salvagaggio 등, 1991; Nilssen & Forde, 1994; Arndt 등, 1998; Daepfen 등, 1998; Nakanishi 등, 2000; Lee 등, 2001; Conigrave 등, 2002), 흡연(Arnesen 등, 1986; Nilssen 등, 1990) 등이 있다. 출퇴근 소요시간이 길면 소요시간의 대부분을 가만히 서있거나 앉아있는데 소비하게 되며, 또한 출퇴근에 소비하는 시간이 길어 다른 활동을 하는 시간의 감소를 불러와 운동부족으로 이어질 것이다. 그러므로 출퇴근 소요시간의 증가는 운동부족을 유발하여 산소성 손상(oxidative stress)이 증가될 가능성이 많다.

본 연구에서 출퇴근 소요시간이 증가함에 따라  $\gamma$ -GTP와 연관이 있는 음주량, 체질량지수, 혈압 등 다른 요인들의 영향을 통제한 상태에서도  $\gamma$ -GTP가 증가하는 것으로 나타났다. 또한 출퇴근 소요시간이 60분 이상일 경우, 출퇴근 소요시간과  $\gamma$ -GTP간 양-반응관계도 잘 나타난다. 즉 출퇴근 소요시간의

증가는  $\gamma$ -GTP의 증가를 유발한다는 본 연구의 가설에 부합한 결과이다. 반면, 출퇴근 소요시간이 60분 이하일 경우는 출퇴근 소요시간이 길수록 혈중  $\gamma$ -GTP의 감소를 볼 수 있는데, 이는 출퇴근에 소요되는 시간이 60분 이하에서는 소요시간이 길어질수록 운동량이 많아지기 때문이라고 해석할 수 있으나 출퇴근 소요시간이 60분 이하인 집단이 전체 717명중 28명(3.9%)에 불과하여 충분히 신뢰성 있는 결과는 아니다.

출퇴근 소요시간에 의한 건강영향을 조사할 때 연구대상자 선정에 있어 이사, 근무지 변경, 이직등이 있었던 근로자를 연구대상으로 한다면 이사, 이직 등 그 자체에서 기인하는 건강영향과 출퇴근 시간변화에서 오는 건강영향을 구분하기가 어렵다. 또한 연구대상자를 확보하는데도 시간 및 양적 어려움이 있다. 본 연구의 대상자들은 회사의 이전으로 인해 동시에 많은 근로자들이 출퇴근 소요시간의 변화가 생겼으며 소요시간 변화의 정도는 개인마다 차이가 있고, 이전자체에 의한 영향은 모든 근로자가 거의 동일하다고 볼 수 있으므로 출퇴근 소요시간의 건강영향을 평가하기에 좋은 집단이라고 볼 수 있을 것이다.

본 연구의 제한점으로는  $\gamma$ -GTP는 운동량과 역의 상관관계가 있음이 알려져 있는데(Wannamethee 등, 1995), 근무지 변화 전후의 운동량이 조사되지 않았고, 조사되었다 할지라도 연구대상자의 74.4%인 599명이 비사무직 근로자이기 때문에 정확한 운동량 측정에 어려움이 있다. 다변량 회귀분석에서 음주량이  $\gamma$ -GTP에 미치는 영향이 유의하지만 낮게 나타난 것( $\beta=0.025$ )은 음주량 조사에 있어 피검자가 주장하는 음주량이 정확하지 않은 경우가 많고 지방간 등 건강영향 평가에는 피검자가 주장하는 음주량보다는  $\gamma$ -GTP가 더 유용하다는 보고(Ikai 등, 1995; Emdin 등, 2002)등을 볼 때, 설문에 의한 음주량 조사는 다소 한계가 있는 것으로 생각된다. 또한 공항이전 후 2002년에 건강검진을 받은 근로자를 대상으로 하여 2000년, 2002년의 검사결과를 추적하였기 때문에, 심한 건강악화로 인해 2002년 검진 전에 퇴직, 휴직을 한 근로자들이 포함되지 않은 점도 있다. 그러나 이러한 건강악화와 출퇴근 소요시간과의 관련성은 일정한 방향으로 일어난다고 볼 수 없으므로 이러한 요소가 교란변수로 작용했을 가

능성은 거의 없다.

본 연구 결과, 기존에 알려진 음주량의 지표, 담도 폐쇄의 증거, 체질량지수의 증가 지표로서의  $\gamma$ -GTP의 효용성 이외에 산소성 손상(oxidative stress)을 반영하는 생체지표로서 이용될 수 있음을 알 수 있다. 음주, 흡연, 운동부족, 체질량지수 등은 산소성 손상(oxidative stress)를 증가시키는 요인으로 알려져 있으며, 이러한 요인들과  $\gamma$ -GTP와의 연관성에 대해서는 과거의 연구들에서 잘 나타난다. 즉,  $\gamma$ -GTP는 여러 요인들에 의해서 발생하는 산소성 손상(oxidative stress)의 지표로 사용할 수 있는 것이다.

과거의 보고에서 출퇴근 소요시간의 증가로 인한 건강영향은 심혈관계 질환 가능성(Kageyama 등, 1998), 수면시간의 감소 및 고혈압과의 관련성(Walsleben 등, 1999), 혈압 및 업무수행능력과의 관련성(Novaco 등, 1979) 등이 알려진바 있다. 본 연구 결과를 통해 장시간의 출퇴근은 산소성 손상(oxidative stress)을 유발하며 혈중  $\gamma$ -GTP를 상승시키는 건강영향이 있음을 알 수 있다.  $\gamma$ -GTP는 조기퇴직과 조기사망을 예측할 수 있는 중요지표이며(Arndt 등, 1998), 뇌경색(Jousilahti 등, 2000; Emdin 등, 2002), 관상동맥질환(Jousilahti 등, 2002), 고혈압(Ikai 등, 1994; Arndt 등, 1998; Perry 등, 1998; Emdin 등, 2002), 당뇨(Perry 등, 1998; Arndt 등, 1998; Sillanaukee 등, 2001) 등의 질병과도 산소성 손상(oxidative stress)과 관련하여 연관성을 보이기 때문에 이들 질병을 예견할 수 있는 요소가 될 수 있다. 그러므로 긴 출퇴근 소요시간은 뇌경색, 관상동맥질환, 고혈압, 당뇨 등의 질병과도 장기적으로는 연관이 있을 것으로 볼 수 있다. 본 연구의 가설에서 출퇴근 소요시간의 증가에 의한 산소성 손상(oxidative stress)은 운동량 부족에 기인하는 것으로 가정하였으므로, 장시간을 출퇴근에 소비하는 근로자의 경우 출퇴근에 소요되는 시간을 줄이거나 운동량을 늘리는 것이 이들 질병의 예방에 도움이 될 것으로 생각된다.

향후 연구대상자에 대한 지속적 추적, 운동량에 대한 정확한 조사 및 흡연 등 생활습관에 대한 조사를 보완하여 본 연구에서 나타난 출퇴근 소요시간 증가에 따른  $\gamma$ -GTP의 증가와 이에 따른 건강영향 가능성에 대한 연구를 전향적으로 수행해나가는 것

이 필요할 것이다.

## 요 약

**목적:** 음주, 비만, 운동부족 등 체내에 산소성 손상(oxidative stress)을 유발하는 인자들은 산소성 손상(oxidative stress)의 기전을 통해 간세포내 단백질 손상을 주어 혈중  $\gamma$ -GTP를 상승시키는 것으로 알려져 있다. 출퇴근 소요시간의 증가는 운동량 감소를 초래하기 때문에, 출퇴근 소요시간의 증가가 혈중  $\gamma$ -GTP 상승을 유발할 것으로 가설을 설정하고 이를 확인하고자 하였다.

**방법:** 근무지가 김포공항에서 인천공항으로 옮겨지고, 직무 및 근무형태가 변하지 않은 5 개 회사 남자 근로자 717명을 대상으로 하여 김포공항 근무 당시 시행한 체격검사, 혈액검사 결과와 현 인천공항 근무중 시행한 체격검사, 혈액검사 결과 및 근무지 이전 전후의 출퇴근 소요시간, 수면시간, 음주량 설문 결과를 이용하여 출퇴근 소요시간이 혈중  $\gamma$ -GTP에 미치는 영향을 분석하였다.

**결과:** 공항 이주전 평균 출퇴근 소요시간은 62.86 분이었으며, 이주 후에는 139.30 분으로 유의한 출퇴근 소요시간 증가가 있었다.  $\gamma$ -GTP와 유의한 상관관계를 보이는 변수들로는 출퇴근 소요시간( $r=0.11$ ), 체질량지수( $r=0.27$ ), 수축기혈압( $r=0.18$ ), 이완기혈압( $r=0.24$ ), 혈색소( $r=0.12$ ), 혈당( $r=0.08$ ), 총콜레스테롤( $r=0.24$ ), AST( $r=0.49$ ), ALT( $r=0.49$ ), 음주량( $r=0.10$ )이 있었다.  $\gamma$ -GTP를 종속변수로 하여 다른 변수들과의 다변량 회귀분석을 시행한 결과,  $\gamma$ -GTP는 출퇴근 소요시간, 체질량지수, 이완기혈압, 총콜레스테롤, AST, ALT, 음주량과 유의한 연관성을 나타내었으며, 출퇴근 소요시간이 60분 이상일 경우 출퇴근 소요시간과  $\gamma$ -GTP 간에 양-반응관계가 나타났다. 공항이주 전인 2000년당시 정상  $\gamma$ -GTP값을 나타내었던 685명의 남자 근로자에 대하여 출퇴근 소요시간 변화량이 60 분이하, 60 분초과로 구분한 후, 공항이주 후인 2002년  $\gamma$ -GTP값이 정상/비정상 군으로 구분하여 비교위험도를 구한결과 출퇴근 소요시간이 60 분이하 증가군보다 60 분초과 증가군에서  $\gamma$ -GTP 값이 비정상군으로 될 비교위험도는 2.20(95% CI : 1.14-4.23)로 나타났으며, 기준을 90 분, 120 분으

로 구분하면 각각 2.43(95% CI : 1.34-4.38), 2.57(95% CI : 1.36-4.86)로 비교위험도가 증가하였다.

결론: 이 결과는 남자 근로자에서 출퇴근 소요시간의 증가가 운동부족을 초래하며, 혈중  $\gamma$ -GTP 상승을 일으키는 인자임을 시사한다.

### 참고문헌

- Arndt V, Brenner H, Rothenbacher D, Zschenderlein B, Fraisse E. Elevated liver enzyme activity in construction workers: prevalence and impact on early retirement and all-cause mortality. *Int Arch Occup Environ Health* 1998;71(6):405-412.
- Arnesen E, Huseby NE, Brenn T, Try K. The Troms heart study: Distribution of, and determinants of gamma-glutamyltransferase in a free-living population. *Scand J Clin Lab Invest* 1986;46:63-70.
- Borud O, Mortensen B, Mikkelsen IM, Leroy P, Wellman M et al. Regulation of gamma-glutamyltransferase in cisplatin-resistant and -sensitive colon carcinoma cells after acute cisplatin and oxidative stress exposures. *Int J Cancer* 2000;88(3):464-468.
- Conigrave KM, Degenhardt LJ, Whitfield JB, Saunders JB, Helander A et al. CDT, GGT, and AST as marker of alcohol use: the WHO/ISBRA collaborative project. *Alcohol Clin Exp Res* 2002;26(3):332-339.
- Daepfen JB, Smith TL, Schuckit MA. Influence of age and body mass index on gamma-glutamyltransferase activity: a 15-year follow-up evaluation in a community sample. *Alcohol Clin Exp Res* 1998;22(4):941-944.
- Emdin M, Passino C, Donato L. Serum Gamma-glutamyltransferase as a risk factor of ischemic stroke might be independent of alcohol consumption. *Stroke* 2002;33(4):1163-1164.
- Ikai E, Honda R, Yamada Y. Serum gamma-glutamyl transpeptidase level and blood pressure in non-drinkers: a possible pathogenetic role of fatty liver in obesity-related hypertension. *J Hum Hypertens* 1994;8:95-100.
- Ikai E, Ishizaki M, Suzuki Y, Ishida Y, Noborizaka Y et al. Association between hepatic steatosis, insulin resistance and hyperinsulinaemia as related to hypertension in alcohol consumers and obese people. *J Hum Hypertens* 1995;9(2):101-105.
- Jousilahti P, Rastenyte D, Tuomilehto J. Serum gamma-glutamyl transferase, self-reported alcohol drinking, and the risk of stroke. *Stroke* 2000;31(8):1851-1855.
- Jousilahti P, Vartiainen E, Alho H, Poikolainen K, Sillanaukee P. Opposite associations of carbohydrate-deficient transferrin and gamma-glutamyltransferase with prevalent coronary heart disease. *Arch Intern Med* 2002;162(7):817-821.
- Kageyama T, Nishikido N, Kobayashi T, Kurokawa Y, Kaneko T et al. Long commuting time, extensive overtime, and sympathodominant state assessed in terms of short-term heart rate variability among male white-collar workers in the Tokyo megalopolis. *Ind Health* 1998;36(3):209-217.
- Lee DH, Ha MH, Christiani DC. Body weight, alcohol consumption and liver enzyme activity - a 4-year follow-up study. *Int J Epidemiol* 2001;30(4):766-770.
- Mikkelsen IM, Mortensen B, Laperche Y, Huseby NE. The expression of gamma-transferase in rat colon carcinoma cells is distinctly regulated during differentiation and oxidative stress. *Mol Cell Biochem* 2002;232(1-2):87-95.
- Mileva M, Bakalova R, Tancheva L, Galabov S. Effect of immobilization, cold and cold-restraint stress on liver monooxygenase activity and lipid peroxidation of influenza virus-infected mice. *Arch Toxicol* 2002;76(2):96-103.
- Nakanishi N, Nakamura K, Suzuki K, Tatara K. Lifestyle and serum gamma-glutamyltransferase: a study of middle-aged Japanese men. *Occup Med (Lond)* 2000;50(2):115-120.
- Nikkari ST, Koivu TA, Kalela A, Strid N, Sundvall J et al. Association of carbohydrate-deficient transferrin(CDT) and gamma-glutamyl-transferase(GGT) with serum lipid profile in the Finnish population. *Atherosclerosis* 2001;154(2):485-492.
- Nilssen O, Forde OH. Seven-year longitudinal population study of change in gamma-glutamyltransferase: the Tromso study. *Am J Epidemiol* 1994;139(8):787-792.
- Nilssen O, Forde OH, Brenn T. The Troms study: distribution and population determinants of

- gamma-glutamyltransferase. *Am J Epidemiol* 1990;130:318-332.
- Novaco RW, Stokols D, Campbell J, Stokols J. Transportation, stress, and community psychology. *Am J Community Psychol* 1979;7(4):361-380.
- Oishi K, Yokoi M, Maekawa S, Sodeyama C, Shiraishi T et al. Oxidative stress and haematological changes in immobilized rats. *Acta Physiol Scand* 1999;165(1):65-69.
- Pawlak W, Kedziora J, Zolynski K, Kedziora-Kornatowska K, Blaszczyk J et al. Effect of long term bed rest in men on enzymatic antioxidative defence and lipid peroxidation in erythrocytes. *J Gravit Physiol* 1998;5(1):163-164.
- Perry IJ, Wannamethee SG, Shaper AG. Prospective study of serum gamma-glutamyltransferase and risk of NIDDM. *Diabetes Care* 1998;21(5):732-737.
- Radak Z, Sasvari M, Nyakas C, Kaneko T, Tahara S et al. Single bout of exercise eliminates the immobilization-induced oxidative stress in rat brain. *Neurochem* 2001;39(1):33-38.
- Rollason JG, Pincherle G, Robinson D. Serum gamma-glutamyltransferase in relation to alcohol consumption. *Clin Chem Acta* 1972; 39:75-80.
- Salvaggio A, Periti M, Miano L, Tavanelli M, Marzorati D. Body mass index and liver enzyme activity in serum. *Clin Chem* 1991;37(5):720-723.
- Sillanaukee P, Strid N, Jousilahti P, Vartiainen E, Poikolainen K et al. Association of self-reported diseases and health care use with commonly used laboratory markers for alcohol consumption. *Alcohol Alcohol* 2001;36(4):339-345.
- Walsleben JA, Norman RG, Novak RD, O'Malley EB, Rapoport DM et al. Sleep habits of Long Island Rail Road commuters. *Sleep* 1999; 22(6):728-734.
- Wannamethee G, Ebrahim S, Shaper AG. Gamma-glutamyltransferase: determinants and associations with mortality from ischaemic heart disease and all causes. *Am J Epidemiol* 1995; 142:699-708.
- Whitfield JB. Gamma glutamyl transferase. *Crit Rev Clin Lab Sci* 2001;38(4):263-355.
- Zima T, Fiaova L, Mestek O, Janebova M, Crkovska J et al. Oxidative stress, metabolism of ethanol and alcohol-related diseases. *J Biomed Sci* 2001;8(1):59-70.