

## 조선소 근로자의 직종과 혈청 암배아성 항원 농도와의 관련성

정갑열<sup>1</sup> · 김정원 · 예병진\*

고신대학교 의과대학 직업환경의학교실 · <sup>1</sup>동아대학교 의과대학 직업환경의학교실

### A Relationship between Serum Carcinoembryonic Antigen Concentrations and Job Titles of a Shipyard Workers

Kap Yeol Jung<sup>1</sup> · Jung Won Kim · Byeong Jin Ye\*

Department of Occupational & Environmental Medicine, College of Medicine, Kosin University

<sup>1</sup>Department of Occupational & Environmental Medicine, School of Medicine, Dong-A University

#### ABSTRACT

**Objectives:** The purpose of this study was to clarify the association between serum carcinoembryonic antigen (CEA) and type of work in the shipbuilding industry.

**Methods:** 1,072 final study subjects were admitted to a general hospital from April through July 2010 for the purpose of medical examination. Data on general characteristics such as age, smoking history, alcohol history and exercise habits was gathered through structured self-administered questionnaires. Information on job factors was collected from a medical examination, by interview and through company personnel data. Serum CEA levels were measured after eight hours' fasting and were analyzed by a radioimmunoassay.

**Results:** On univariate analysis, the mean serum CEA level was significantly higher among married ( $p=0.02$ ), older age ( $p<0.01$ ), longer work time ( $p<0.01$ ), smokers ( $p<0.01$ ), lower education ( $p<0.01$ ), and indirect and direct exposure groups ( $p<0.01$ ). On multiple regression analysis, serum CEA level was influenced by smoking ( $p=0.001$ ), duration of work ( $p=0.019$ ), and direct exposure group ( $p<0.001$ ). However, among the direct exposure group, serum CEA level was not significantly different between welding, mounting, electro-device constructive work, grinding and cleaning, and painting.

**Conclusions:** The goal of this research was to determine if there were differences between serum CEA levels according to occupational role among shipyard workers. The direct exposure group of shipyard workers had a relatively higher level of serum CEA than did the indirect exposure group and office workers, most likely due to occupational exposure.

**Key words :** carcinoembryonic antigen, job title, shipyard worker

#### I. 서 론

조선업은 제철, 기계, 전자, 화학 등 여러 산업으로부터 원자재를 가공 또는 조립하는 종합적이고 규모가 가장 큰 조립산업으로 다양한 직종의 근로자가 용단, 용접, 도장, 단조, 전기도금, 전기시설 설치 및 수리 등 매우 다양한 공정에서 여러 가지 유해물질에 복합적으로 노출되고 있으며 그 노출 양상도 매우 복잡하다(OSHRI, 1996). 다양한 직종만큼 유해물질의 노출도 다양한데

조선소의 대표적인 작업인 용접작업은 용접흡과 망간, 규소, 구리, 철, 크롬, 니켈 등의 중금속의 발생이 많고 (Kwag et al., 1997) 도장작업의 경우, 페인트, 신너 및 경화제에 방향족 탄화수소, 지방족탄화수소, 케톤, 알코올, 에스테르, 글리콜 에테르 등 다양한 종류의 유기 용제가 많이 발생한다(Koh et al., 2001). 조선소에 근무하는 근로자의 폐암, 후두암 뿐 아니라 폐기종과 같은 호흡기 질환에 의한 사망률이 일반인구집단보다 높게 나타났고 특히, 유해물질에 직접 노출될 가능성

\*Corresponding author: Byeong Jin Ye, Tel: 051-990-6368, E-mail: ong94@hanmail.net

Department of Occupational & Environmental Medicine, College of Medicine, Kosin University. 34-1 Amnam-dong, Seo-gu, Busan

Received: July 13, 2012, Revised: December 5, 2012, Accepted: January 25, 2013

이 높은 용접, 사상작업자에서 높게 나타났다(Krstev et al., 2007).

종양표지자는 각종 암과 연관되어 혈청 또는 조직 내에서 증가하는 물질로서 암의 진단, 예후 결정, 치료 후 추적 관찰 그리고 일반인구 또는 고위험군에서의 선별검사에 유용한 물질로 알려져 있다. 종양표지자의 개발은 암에 의한 국내 사망률이 28.6%로 전체 사망원인의 1위를 차지하고 있고 이에 따라 암의 발생과 사망을 줄이기 위한 노력의 일환으로 암의 조기 발견에 대한 노력이 진행되어 왔던 것과 관련이 있다(KNSO, 2010).

암배아성 항원(Carcinoembryonic antigen, CEA)은 태생기 종양항원의 하나로 초기 연구에서는 대장암 뿐 아니라 췌장 및 담도계의 암에 민감한 반응을 보인다고 밝혀지고 검사의 간편성으로 인해 국내에서는 건강검진의 항목으로 널리 알려져 왔다. 그러나 초기 결과와 달리 혈청 CEA는 소화기계암 뿐 아니라 양성 질환인 만성기관지염(Wesselius et al., 1990), 폐기종(Ruibal, 1992), 담낭 및 담도질환(Uchino et al., 1994), 간경변 등의 만성 간질환(Won et al., 1997), 결핵(Kim et al., 1994), 췌장염(Satake et al., 1985), 소화성 궤양(Farinati et al., 1987), 염증성 장질환(Radović et al., 1998) 등에서도 농도가 상승하고 흡연(Sakao et al., 2008)에 의한 영향이 밝혀지면서 소화기계암의 선별검사로써의 기능보다 예후 결정, 치료 후 추적 관찰에 더 많은 역할을 하고 있다.

또한 혈청 CEA 농도는 유해물질의 배출 또는 농도의 상승과 관련이 있다고 보고되고 있는데 중공업, 쓰레기 소각장, 주택 및 교통 밀집지역, 고농도 농약 살포 등에 의해 오염된 지역의 주민들이 오염이 덜 된 농촌 지역의 주민들보다 혈청 CEA 농도가 유의하게 높게 나타났다(De Coster et al., 2008) 코크스로에서 작업을 하면서 매우 높은 농도의 벤조피렌과 타르 성분에 노출된 근로자에게서 혈청 CEA 농도가 대조군보다 유의하게 상승하였고(Snit, 1993) 폐놀, 포름알데하이드, 요소, 혼합증기에 노출된 사업장 근로자에서 혈청 CEA 농도가 증가된다는 결과도 있다(El Far et al., 2006). 그러나 국내의 경우 현재까지 혈청 CEA 농도와 작업 환경에서 발생하는 유해물질의 노출 농도와의 관련성을 조사한 연구는 없으며 다만, 최근 조선소 근로자를 대상으로 직종과 혈청 CEA 농도와의 관련성을 연구한 경우가 1건 있지만 이 연구는 혈청 CEA 농도에 영향을 주는 양성질환을 연구 대상에서 제외시키지 못

하였고 직종에 대한 미분류 및 오분류 등이 연구의 제한점으로 지적되고 있어 이를 보완하는 과정이 필요한 것으로 보인다.

그러므로 본 연구는 유해물질의 노출지표로서 혈청 CEA 농도의 활용 가능성을 확인하기 위하여 중급속, 유기화합물, 분진 등 다양한 유해물질이 발생하는 조선소 근로자를 대상으로 직종간의 비교를 통해서 이를 조사하는데 그 목적이 있다.

## II. 연구대상 및 방법

### 1. 연구 대상

2010년 4월 12부터 2010년 7월 9일까지 건강진단을 목적으로 종합병원에 내원한 일개 조선소에 근무하는 근로자 총 1,304명을 1차 연구대상자로 선정하였다. 이중 여자 근로자 21명, 자료 누락자 4명, 암의 과거력이 있는 4명을 제외하였고 선행 연구에서 CEA의 상승을 가져 온다고 보고된 질환 중 단순흉부촬영에서 진단된 폐결핵 5명, 폐기종 4명, 만성기관지염 3명과 위내시경검사에서 진단된 소화성 궤양 54명 그리고 복부 초음파 검사에서 진단된 담도 및 간장질환 133명을 제외한 1,072명을 최종 연구대상자로 선정하였다.

### 2. 연구 방법

#### 1) CEA 측정

종양표지자인 혈청 CEA는 약 8시간의 금식을 통한 공복상태에서 혈액을 채취한 후 방사면역측정법(Radioimmunoassay)을 이용하여 분석하였다. 방사면역측정법은 1959년 Berson과 Yalow가 최초로 인슐린 측정에 이용하였던 방법으로 방사능측정의 예민성과 항원-항체반응의 특이성을 조합한 측정법이다(Thomson, 1972). 이 방법은 항원과 항체의 반응에서, 방사성핵종(<sup>125</sup>I)으로 표지한 항원을 추적자(tracer)로 사용하여 항원을 측정하며 다른 화학적 측정방법에 비하여 예민도가 현저히 높아서 측정범위가 10n~10p(mol/L)이다.

시료는 건강진단 기간이 길어 분석 전 장시간 보관하기 위해 냉동(-20°C)상태로 보관한 후 분석 약 30분 전 실온(18~25°C)상태에서 45분 동안 약 300 rpm으로 원심분리를 한 후 분석을 실시하였다.

#### 2) 일반적 특성의 내용 및 확보

연령, 음주력, 흡연력, 운동습관 등에 대한 정보는

건강진단 과정에서 구조화된 자기 기입식 설문지를 통해 수집하였고 근로자의 직군, 근무기간, 교육수준, 결혼여부는 회사에서 제공한 건강검진 사전자료와 문진과정을 통해 확보하였다. 일반적 특성 중 체질량 지수(kg/m<sup>2</sup>)는 신장과 체중을 측정하여 체중(kg)을 신장의 제곱(m<sup>2</sup>)으로 나누어 계산하였으며 음주력은 “음주를 하지 않는다”고 응답한 비음주자와 “음주를 한다”고 응답한 음주자로, 흡연력은 “담배를 피운 적이 없다”고 응답한 비흡연자, “과거에 담배를 피웠으나 현재는 피우지 않는다”고 응답한 과거 흡연자, “현재 담배를 피운다”고 응답한 흡연자로 각각 구분하였다. 한편, 운동여부는 “규칙적으로 운동을 한다”고 응답한 운동군과 “운동을 하지 않는다”고 응답한 비운동군으로 구분하였다.

### 3) 직종과 관련된 특성의 분류

직군은 크게 사무직과 생산직 2가지 범주로 우선 구분하였고 다시 생산직을 직접 노출군과 간접 노출군으로 분류하였다. 또한, 생산직을 업무 내용에 따라 16개의 세부 직종으로 분류하였고 사무직은 4가지 세부 직종(설계, 기술개발, 행정, 기타)으로 나누었다. 그리고 생산직의 경우, 중금속, 용접흡, 유기화합물 등 유해물질의 노출원과의 거리 및 업무 내용을 바탕으로 직접 노출군과 간접 노출군으로 분류하였는데 이에 따라 밀폐된 실내에서 작업하는 빈도가 많거나 유해물질의 노출원이 가까운 거리에 있는 직접 노출군으로 5가지 세부 직종(용접, 취부, 전기, 사상, 도장공)을, 상대적으로 환기가 잘 되는 실외에서 작업하는 빈도가 많거나 유해물질의 노출원이 일정한 거리 이상에

Table 1. General characteristics of subjects

Variables	Office worker	Manufacturing worker	Total	Unit : N(%)
Age(years)*				
	436 (40.7)	636 (59.3)	1072 (100.0)	<0.01
Mean ± S.D.	34.68 ± 7.28	44.79 ± 9.02		
Body mass index(kg/m <sup>2</sup> )*				
	436 (40.7)	636 (59.3)	1072 (100.0)	0.78
Mean ± S.D.	24.23 <sup>‡</sup> ± 2.85	24.28 <sup>‡</sup> ± 2.77		
Duration of work(years)*				
	436 (40.7)	636 (59.3)	1072 (100.0)	<0.01
	7.37 <sup>‡</sup> ± 7.85	18.86 <sup>‡</sup> ± 10.65		
Smoking <sup>†</sup>				
Non or ex-smoker	235 (53.9)	320 (50.3)	555 (51.8)	0.25
Current smoker	201 (46.1)	316 (49.7)	517 (48.2)	
Drinking <sup>†</sup>				
No	91 (20.9)	91 (14.3)	182 ( 17.0)	<0.01
Yes	345 (79.1)	545 (85.7)	890 ( 83.0)	
Exercise <sup>†</sup>				
No	172 (39.4)	225 (35.4)	397 ( 37.0)	0.17
Yes	264 (60.6)	411 (64.6)	675 ( 63.0)	
Education <sup>†</sup>				
Middle school	2 ( 0.5)	63 ( 9.9)	65 ( 6.1)	<0.01
High school	37 ( 8.5)	381 (59.9)	418 ( 39.0)	
College	397 (91.1)	192 (30.2)	589 ( 54.9)	
Marital status <sup>†</sup>				
Marriage	270 (61.9)	534 (84.0)	804 ( 75.0)	<0.01
Single	166 (38.1)	102 (16.0)	268 ( 25.0)	

\*Comparison by Student t-test, <sup>†</sup> Comparison by Chi-square test

서 존재하는 간접 노출군으로 11가지 세부 직종(정비, 운전, 심출, 품질관리, 시운전, 생산관리, 자재관리, 안전관리, 신호수, 크레인, 기타)을 선정하였다.

### 3. 자료의 분석

자료 분석은 SPSS 18.0 을 활용하였으며 CEA 값의 분포가 양의 왜도(Positive skewness) 분포를 나타내고 있어 자연로그치환(Natural log transformation)한 후 구한 기하평균과 기하표준편차로 표시하였다.

연구 대상자의 일반적 특성은 생산직과 사무직으로 나누어 연령, 비만도, 근무기간은 Student t-test를 이용하여 비교하였고 흡연여부, 음주여부, 운동여부, 교육수준, 결혼상태의 빈도는 Chi-square test를 사용하여 분석하였다.

연구 대상자들의 개인적 특성에 따른 혈청 CEA 농도의 비교를 위해 연령, 비만도는 상관분석을 실시하였고, 흡연여부, 음주여부, 운동여부, 교육수준은 Student t-test를 사용하였으며 결혼 상태는 일원배치분산분석(One-way ANOVA)과 사후검정으로 Tukey 방법을 사용하였다.

근무관련 특성으로 혈청 CEA 농도와 근무기간은 상관분석을 실시하였고 직종(사무직, 간접 노출군, 직접 노출군)별, 직접 노출군별 혈청 CEA 농도 비교는 일원배치분산분석과 사후검정으로 Tukey 방법을 활용하였다.

혈청 CEA 농도에 영향을 주는 변수를 확인하기 위해 단변량 분석에서 통계적으로 의미있는 차이를 보였던 변수인 연령, 근무기간, 흡연여부, 교육수준, 결혼상태, 직종을 보정하여 다중회귀분석(Multiple regression analysis)을 시행하였다. 모든 분석에서 통계적으로 의미있는 차이를  $p < 0.05$ 를 기준으로 하였다.

## III. 결 과

### 1. 연구대상자의 일반적 특성

연구대상자는 총 1,072명으로 연령은 22세부터 58세에 걸쳐 분포하였고 평균 연령은 40.51세로 나타났다. 직종별로는 생산직이 44.79세, 사무직이 34.68세로 생산직이 높았고 근무 기간도 생산직이 18.86년, 사무직이 7.37년으로 생산직에서 더 높았다. 그리고 개인적 특성으로 음주는 생산직(545명, 85.7%)에서 더 높게 나타났으나 교육 수준은 사무직(397명, 91.1%)이 전문대학 이상에서 높은 비율을 보였다. 또한, 결혼 상

태는 생산직(534명, 84.0%)에서 기혼자가 더 많게 조사되었다. 단변량 분석을 통해 확인한 결과 연령( $p < 0.01$ ), 근무 기간( $p < 0.01$ ), 음주여부( $p < 0.01$ ), 교육수준( $p < 0.01$ ), 결혼 상태( $p < 0.01$ )에서 유의한 차이를 보인 반면 체질량지수, 흡연여부, 운동여부는 의미있는 차이를 보이지 않았다(Table 1).

### 2. 개인적 특성별 혈청 CEA 농도

연구 대상자들의 개인적 특성 중 연령이 증가할수록( $p < 0.01$ ,  $r = 0.195$ ) 혈청 CEA 농도가 증가하였고 통계적으로 유의미하였다. 그리고 흡연군( $p < 0.01$ ), 낮은 교육수준( $p < 0.01$ ), 기혼자( $p = 0.03$ )에서 혈청 CEA 농도가 높게 나타났으며 통계적으로 유의미한 결과를 보였다(Table 2).

### 3. 연구대상자들의 직종별 특징과 혈청 CEA 농도

직종과 관련된 특성 중 유해물질 노출원과의 거리 및

**Table 2.** The concentrations of serum CEA by general characteristics

Variables	Serum CEA(ng/ml) GM(GSD)	p value
Age(years)		<0.01 <sup>*</sup> , $r = 0.195$
Body mass index(kg/m <sup>2</sup> ) <sup>*</sup>		0.53
Smoking		
Never or ex-smoker	0.54(0.49)	<0.01 <sup>†</sup>
Current smoker	0.66(0.56)	
Drinking		
No	0.63(0.58)	0.34 <sup>‡</sup>
Yes	0.59(0.52)	
Exercise		
No	0.58(0.51)	0.35 <sup>‡</sup>
Yes	0.61(0.54)	
Education		
Middle school	0.77(0.54 <sup>a</sup> )	<0.01 <sup>§</sup>
High school	0.68(0.51 <sup>b</sup> )	
College over	0.52(0.53 <sup>c</sup> )	
Marital status		
Marriage	0.62(0.53)	0.03 <sup>‡</sup>
Single	0.54(0.51)	

<sup>\*</sup> GM: Geometric mean, GSD: Geometric standard deviation

<sup>†</sup> Comparison by correlation analysis,  $r$ : correlation coefficient

<sup>‡</sup> Comparison by Student t test

<sup>§</sup> Comparison by one-way ANOVA

<sup>a,b,c</sup>: The different letters indicate significant difference between groups based on Tukey multiple comparison test

**Table 3.** The concentrations of serum CEA by job characteristics

Job type	Job title	No. of workers(%)	Exposure status	Serum CEA(ng/ml)	GM(GSD) <sup>*</sup>	p value
Manufactur-ing worker	Duration of work(years)					<0.01 <sup>†</sup> r=0.203
	Welding	124 (11.6)	Direct exposure	0.75(0.59 <sup>a</sup> )		
	Mounting	126 (11.8)				
	Electro-device constructive work	42 ( 3.8)				
	Grinding, cleaning	75 ( 7.0)				
	Painting	56 ( 5.2)				
	Maintenance & Repair	37 ( 3.5)				
	Drive	37 ( 3.5)				
	Marking	30 ( 2.8)				
	Quality control	19 ( 1.8)				
	Trial	26 ( 2.4)				
	Production Control	9 ( 0.8)	Indirect exposure	0.58(0.56 <sup>b</sup> )		<0.01 <sup>‡</sup>
	Materials Control	6 ( 0.6)				
	Health safety environment	8 ( 0.7)				
	Signaling	4 ( 0.4)				
	Crane operating	6 ( 0.6)				
	Others	32 ( 3.0)				
	Design	232 (21.6)				
Office worker	Technical	123 (11.5)	No exposure	0.47(0.50 <sup>c</sup> )		
	Administration	42 ( 3.9)				
	Others	38 ( 3.5)				

<sup>\*</sup> GM: Geometric mean, GSD: Geometric standard deviation

<sup>†</sup> Comparison by correlation analysis, r: correlation coefficient

<sup>‡</sup> Comparison by one-way ANOVA

<sup>a,b,c</sup>: The different letters indicate significant difference between groups based on Tukey multiple comparison test

업무 내용을 바탕으로 분류한 직접 노출군, 간접 노출군, 사무직의 비율은 각각 423명(39.4%), 214명(20.1%) 그리고 435명(40.5%)로 나타났다(Table 3). 근무기간과 혈청 CEA 농도와의 관계는 근무기간이 길수록 증가하는 경향을 보였고 통계적으로도 유의하였다( $p < 0.01$ ,  $r = 0.203$ ). 또한, 사무직( $0.47 \pm 0.50$ )보다 간접 노출군( $0.58 \pm 0.56$ )이, 간접 노출군보다 직접 노출군( $0.75 \pm 0.59$ )이 혈청 CEA 농도가 통계적으로 유의하게 높게 나타났다( $p < 0.01$ ).

#### 4. 혈청 CEA 농도에 영향을 주는 요인

단변량 분석에서 통계적으로 의미있는 차이를 보였던 연령, 흡연, 교육수준, 결혼 상태, 근무기간, 직종의 변수로 다변량 분석을 실시한 결과 흡연( $p = 0.001$ ), 근무기간( $p = 0.019$ ), 직접 노출군( $p < 0.001$ )만이 혈청 CEA

농도에 유의한 영향을 주는 것으로 나타났다(Table 4).

#### 5. 직접 노출군간 혈청 CEA 농도

다변량 분석에서 혈청 CEA 농도에 유의하게 영향을 주는 것으로 나타난 직접 노출군에 속한 용접, 취부, 전기, 사상, 도장공에서 혈청 CEA 농도 차이는 통계적으로 유의한 결과를 보이지 않았다(Table 5).

### IV. 고 찰

혈청 CEA는 발견 초기 대장암의 조기 진단을 목적으로 사용되었으나 체장염, 간염, 염증성 장질환, 기관지염과 같은 각종 양성 질환에서도 증가하고(Ettore et al., 2001) 대장암에 대한 낮은 특이도와 높은 위양성으로 조기 진단의 목적보다 현재는 종양의 예후

**Table 4.** Multiple regression analysis on serum CEA concentrations

Variables	Beta <sup>†</sup>	SE <sup>‡</sup>	p value
Constant	0.262	0.142	0.065
Age(years)	0.001	0.004	0.777
Duration of work(years)	0.008	0.003	0.015
Smoking (current vs. never or ex-smoker) <sup>*</sup>	0.101	0.032	0.002
Marital status(marriage vs single) <sup>*</sup>	0.055	0.044	0.214
Education			
College(reference group)			
High school	0.013	0.044	0.771
Middle school	0.020	0.085	0.811
Job type			
Office worker(reference group)			
Manufacturing Indirect exposure	0.019	0.051	0.709
worker Direct exposure	0.161	0.045	<0.001

Adjusted variable: age, duration of work, smoking, marital status, education, job type

<sup>\*</sup> The reference group is the latter.

<sup>†</sup> Beta: regression coefficient

<sup>‡</sup> SE: standard error

**Table 5.** The concentrations of CEA by direct exposure group

Direct exposure group	No. of workers(%)	Serum CEA(ng/ml) GM(GSD)	p value <sup>†</sup>
Welding	124 (10.8)	0.73(0.55 <sup>a</sup> )	0.65
Mounting	126 (11.0)	0.69(0.51 <sup>a</sup> )	
Electro-device constructive work	42 (3.7)	0.81(0.50 <sup>a</sup> )	
Grinding, cleaning	75 (4.9)	0.69(0.53 <sup>a</sup> )	
Painting	56 (6.5)	0.76(0.57 <sup>a</sup> )	

<sup>\*</sup> GM: Geometric mean, GSD: Geometric standard deviation

<sup>†</sup> Comparison by one-way ANOVA

<sup>a</sup>: The same letters indicate non-significant difference between groups based on Tukey multiple comparison test

를 평가하거나 재발에 대한 조기발견(Wang et al., 1994), 이차 수술을 위한 지표로 사용되고 있다(Lucha et al., 1997).

조선업은 종합적이고 규모가 가장 큰 조립 산업으로 실제 주작업인 용접 흠 등의 유해가스와 다양한 중금속에 직접적으로 노출 될 수 있는 용접작업, 분진발생 작업인 사상작업 그리고 도장 재료에 함유된 복합유기용제에 노출될 수 있는 도장작업의 대부분이 밀폐된 공간에서 이루어져서 고농도 노출의 가능성이 높다(Cralley et al., 1989).

본 연구에서는 다양한 유해물질에 노출되는 일개 조선소 근로자를 대상으로 일반적 특성, 개인적 특성 및 직업적 특징과 혈청 CEA 농도와 관련성을 알아보고자 하였다. 혈청 CEA 농도는 연령 증가, 흡연, 낮은 교육수준, 기혼자, 근무기간, 생산직(간접 노출군과 직접 노출군)에서 높게 나타났으며 다중회귀분석을 통한 다변량 분석 결과, 혈청 CEA 상승에 영향을 주는 요인으로 흡연, 근무기간, 생산직 중 직접 노출군으로 나타났다. 이러한 결과는 기존 연구와 유사한 경향으로 우선, 흡연과의 관련성은 혈청 CEA 농도가 흡연가에서 증가한다고 보고한 기존의 연구(Sajid et al., 2008)와 일치하는 결과이다. 또한, 근무기간의 경우, 직업적으로 납, 비소와 같은 중금속에 노출되는 근로자에서 작업 기간과 혈청 CEA 농도와 상관성이 높음을 보여주는 연구(Szymanska-Chabowska et al., 2007)와 크롬, 코발트, 니켈 분진에 직업적으로 노출되는 근로자에서 혈청 CEA 농도는 노출기간과 유의한 연관성을 보인다는 연구결과와도 동일하다(Gennart et al., 1993). 그리고 직접 노출군에 대한 결과는 조선소 근로자를 대상으로 한 국내 연구에서 사무직보다 생산직, 특히 유해물질에 직접적으로 노출되는 용접작업자에서 높게 증가하였다는 보고와도 유사하다(Park et al., 2009). 그러나 2009년도의 연구는 같은 직접 노출군이라도 용접작업자보다 도장작업자에게서 혈청 CEA 농도가 더 높다는 결과를 보여주고 있어서 본 연구와 다소 차이를 보였다. 본 연구에서는 직접 노출군에 속한 각 직종간의 혈청 CEA 농도 차이는 통계적으로 의미가 없는 것으로 나타났는데 이러한 결과는 조선소 작업의 특성에 의한 것일 가능성이 높다. 조선소는 대부분의 작업이 밀폐된 혹은 한정된 작업공간에서 이루어지는 특성을 가지고 있어 동일 작업 공간에서 일하는 직종간의 실제 노출에 큰 차이가 없거나 작업 환경과 상황이 매일 변하여 어제와 전혀 다른 상황에서 작업이 이루어질 수 있어 직종별 직무를 세분화는 것이 쉽지 않는 것 등으로 볼 때 오염원과의 거리가 비슷한 직접 노출군사이에는 직종에 따른 노출 수준의 차이가 적을 가능성이 존재한다(Roh et al., 2001).

또한, 기존 연구와 다른 이러한 결과는 연구 방법의 차이에서 비롯된 것으로 생각된다. 기존 연구에서는 악성 질환과 같은 중대 이상자를 제외하였으나 종양 표지자에 영향을 줄 수 있는 양성 질환을 제어하지 못

했다는 제한점이 있으나 본 연구에서는 종양 표지자에 영향을 줄 수 있는 양성 질환 중 폐결핵, 폐기종, 만성기관지염, 소화성 궤양, 담도 및 간장 질환자를 제외한 후 최종 연구대상자를 선정하여 양성 질환에 의한 혈청 CEA 상승 가능성을 최소화하려고 노력하였다. 그리고 기존 연구에서는 생산직을 분류할 때 도장공, 용접공, 중기운전 그리고 생산지원직 4가지로만 분류하였고 직접 노출군인 배관공을 생산지원직에 포함하는 등 조선소에서 근무하는 전체 근로자의 직종을 모두 포함하지 못하였을 가능성과 함께 직종의 미분류 또는 오분류가 발생했을 가능성이 제한점이었다. 그러나 본 연구에서는 생산직을 조선소의 전체 직종 대부분을 포함하는 16가지 세부직종으로 나누어 직무 내용을 파악하고 유해물질의 노출원과 거리 등을 참고하여 직접 노출군과 간접 노출군으로 다시 분류하는 등 직종에 대한 오분류를 가급적 최소화시켜 선행연구와 다소 결과차이가 발생된 것으로 보인다.

여러 연구에서도 용접, 취부, 전기, 사상, 도장공 등 직접 노출군에 포함된 여러 직종에서 폐질환 등의 건강장해가 발생했다는 보고가 있다. 용접공에서 용접흡, 분진 등의 장기간 노출은 호흡기에 염증을 초래하여 진폐증, 화학적폐렴(Puntoni et al., 2001), 기관지염(Temel et al., 2010)을 일으키고 폐기능을 감소시킨다(Ozdemir et al., 1995). 또한, 도장공에서는 기침, 객담, 호흡곤란 등의 호흡기 증상과 천식이 많이 나타났다는 보고(Bradshaw et al., 1998)가 있으며 유기용제의 노출이 폐기능 저하(Akbar-Khanzadeh et al., 1996)와 관련이 있고 낮은 농도의 복합유기용제에 노출되더라도 호흡기 증상이 발생한다(Lee et al., 1997). 한편, 조선소 사상작업에서 발생하는 크롬 니켈에 의한 폐기능의 감소(Park et al., 2011)도 보고된 바 있다. 혈청 CEA는 단핵구 및 대식세포를 자극하여 전염증성 사이토카인(proinflammatory cytokine)을 분비하는 역할을 하는 것으로 알려져 있어서 다양한 유해물질의 고농도 노출에 의해 혈중의 CEA가 상승하게 되고 상승한 CEA 농도에 의해 근로자에서 염증반응을 일으켜 다양한 호흡기 증상과 호흡기계 질환을 야기할 가능성이 있다(Aarons et al., 2007).

본 연구의 제한점은 단면 연구라는 것과 혈청 CEA 상승과 관련이 있다고 알려진 요인 중 양성질환을 진단하기 위해 문진, 단순흉부촬영, 간초음파, 상부위장관 내시경 등의 결과를 활용하였으나 대장

내시경의 결과가 없어 대장 질환을 확인하지 못한 점, 문진에 의존한 직종과 근무기간의 확인으로 인해 미분류 또는 오분류의 가능성이 여전히 존재하는 점, 직종별 작업환경측정 결과와 비교하지 못한 점 그리고 일개 조선소를 대상으로 해서 조선소 전체 집단으로 일반화하지 못하는 점 등이 있다. 이러한 제한점을 극복하는 연구 설계와 함께 조선소가 아닌 유해물질이 많은 발생하는 다른 업종의 사업장에 대한 추가 연구가 필요하다.

결론적으로 혈청 CEA 농도가 조선소 근로자 중 용접, 취부, 전기, 사상, 도장공에서 높게 나타났는데 이 직종은 유해물질에 직접적으로 노출되는 직접 노출군인 것으로 볼 때 작업 중 노출되는 유해물질에 의한 것일 가능성이 있다. 그러므로 본 연구는 이전까지 암표지자로만 알려진 혈청 CEA가 유해물질의 노출이 많은 조선소에서 유해물질 노출 지표로서의 활용 가능성을 확인하였다.

## V. 결 론

본 연구는 조선소 근로자의 직종을 기준으로 유해물질 노출의 지표로서 혈청 CEA 농도의 가능성을 확인하는 데 그 목적이 있다. 이를 위해 나이, 흡연 등의 개인적 특성과 근무기간, 직종 등의 직업적 특성을 기준으로 혈청 CEA 농도와와의 관련성을 조사하였다.

1. 혈청 CEA 농도는 연령이 증가할수록( $p<0.01$ ,  $r=0.195$ ), 근무기간이 길수록( $p<0.01$ ,  $r=0.203$ ) 높은 경향을 보였으며, 흡연군( $p<0.01$ ), 낮은 교육수준( $p<0.01$ ), 기혼자( $p=0.03$ ) 그리고 사무직( $0.47\pm0.50$ )보다 간접 노출군( $0.58\pm0.56$ )이, 간접 노출군보다 직접 노출군( $0.75\pm0.59$ )이 혈청 CEA 농도가 높게 나타났다( $p<0.01$ ).

2. 연령, 흡연, 교육수준, 결혼, 근무기간, 직종을 대상으로 다변량 분석을 한 결과, 흡연여부( $p=0.001$ ), 근무기간( $p=0.019$ ), 직접 노출군( $p<0.001$ )만이 혈청 CEA 농도에 유의한 영향을 주는 것으로 나타났다

3. 직접 노출군인 용접, 취부, 전기, 사상, 도장공사이의 혈청 CEA 농도 차이는 통계적으로 유의하지 않았다.

혈청 CEA 농도가 조선소 근로자 중 용접, 취부, 전기, 사상, 도장공에서 높게 나타났는데 이 직종은 유

해물질에 직접적으로 노출되는 직접 노출군인 것으로 볼 때 작업 중 노출되는 유해물질에 의한 것일 가능성이 있다. 그러므로 본 연구의 결과를 통해 이전까지 암표지자로만 알려진 혈청 CEA가 조선소와 같은 유해물질의 노출이 많은 곳에서 유해물질 노출의 지표로 활용될 가능성을 확인하였다. 후속 연구로 혈청 CEA 농도가 높았던 직접 노출군의 작업환경 측정 결과와의 비교, 조선소 뿐 아니라 유해물질의 노출이 많은 다른 사업장을 대상으로 유해물질 농도와 혈청 CEA 농도와의 비교 등의 추가 연구가 필요하다.

## 감사의 말씀

본 연구는 2010년도 고신대학교 의과대학 학술연구비의 지원에 의해 수행되었음.

## 참고문헌

- Aarons CB, Bajenova O, Andrews C, Heydrick S, Bushell KN et al. Carcinoembryonic antigen-stimulated THP-1 macrophages activate endothelial cells and increase cell-cell adhesion of colorectal cancer cells. *Clin Exp Metastasis* 2007;24(3):201-209
- Akbar-Khanzadeh F, Rivas RD. Exposure to isocyanates and organic solvents, and pulmonary-function changes in workers in a polyurethane molding process. *J Occup Environ Med*. 1996;38(12):1205-1212
- Bradshaw LM, Fishwick D, Slater T, Pearce N. Chronic bronchitis, work related respiratory symptoms, and pulmonary functions in welders in New Zealand. *Occup Environ Med* 1998;55(3):150-154
- Cralley LV, Woolrich PF, Mutchler JE, Caplan KJ. In-Plant Practices for Job Related Health Hazards Control. New York: John Wiley & Sons Inc.; 1989. p. 457-485.
- De Coster S, Koppen G, Bracke M, Schroyen C, Den Hond E et al. Pollutant effects on genotoxic parameters and tumor-associated protein levels in adults: a cross sectional study. *Environ Health* 2008;7(7):26
- El Far M, El Naggar M, Elkhawaga OA, Yahya R, Allam A et al. Carcinoembryonic antigen, alpha-fetoprotein, and prostate-specific antigen in the sera of industrial workers exposed to phenol, formaldehyde, urea, and mixed vapors. *Inhal Toxicol* 2006;18(13):1041-1046
- Ettore S, Leonardo F, Antonia M, Emilio B. Diagnostic and prognostic tumor markers in the gastrointestinal tract. *Semin Surgical Oncol* 2001;20(2):147-166
- Farinati F, Cardin F, Di Mario F, Vianello F, Battaglia G et al. Early and advanced gastric cancer during follow-up of apparently benign gastric ulcer: significance of the presence of epithelial dysplasia. *J Surg Oncol* 1987;36(4):263-267.
- Gennart JP, Baleux C, Verellen-Dumoulin C, Buchet JP, De Meyer R et al. Increased sister chromatid exchanges and tumor markers in workers exposed to elemental chromium-, cobalt- and nickel-containing dusts. *Mutat Res* 1993;299(1):55-61
- Kim SW, Chung JK, Lee DS, Kwark CE, Jeong JM, Kim MK, Lee MC, Koh CS. Cutoff values of serum carcinoembryonic antigen in normal Korean adults and factors influencing serum CEA level. *Korean J Nucl Med* 1994;28(3):391-396
- Koh SB, Roh YM, Yim HW, Shin YC, Kim SK, et al. The Similar Exposure Group and Exposure Variation in Ship-Building Painters: Focused on Xylene Exposure. *Korean J Occup Environ Med* 2001;13(4):413-422
- Korea National Statistical Office(KNSO). Annual report on the cause of death statistics 2010.[cited 2012 Jun 10] Available from URL: [http://www.index.go.kr/egams/stts/jsp/potal/stts/PO\\_STTS\\_idxMain.jsp?idx\\_cd=1012](http://www.index.go.kr/egams/stts/jsp/potal/stts/PO_STTS_idxMain.jsp?idx_cd=1012)
- Krstev S, Stewart P, Rusiecki J, Blair A. Mortality among shipyard Coast Guard workers: a retrospective cohort study. *Occup Environ Med* 2007;64(10):651-658
- Kwang YS, Paik NW. A Study on Airborne Concentration of Welding Fumes and Metals in Confined Spaces of a Shipyard. *J Korean Soc Occup Environ Hyg* 1997;7(1):113-131
- Lee BW, Kelsey KT, Hashimoto D, Yakes B, Seitz T, Christiani DC. The prevalence of pulmonary and upper respiratory tract symptoms and spirometric test findings among newspaper pressroom workers exposed to solvents. *J Occup Environ Med* 1997;39(10):960-969
- Lucha PA Jr, Rosen L, Olenwine JA, Reed JF 3rd, Riether RD et al. Value of carcinoembryonic antigen monitoring in curative surgery for recurrent colorectal carcinoma. *Dis Colon Rectum* 1997;40(2):145-149
- Lutz W, Krajewska B, Pilacik B. Determination of tissue-polypeptide antigens (TPA) and carcinoembryonic antigen (CEA) in serum: its value in the preliminary cancer risk assessment in asbestos exposed workers. *Int J Occup Med Environ Health* 1997;10(3):259-265
- OSHRI. the report of Epidemiology Study in Hyundai Heavy Industries. 1996
- Ozdemir O, Numanoğlu N, Gönüllü U, Savaş I, Alper D et al. Chronic effects of welding exposure on pulmonary function tests and respiratory symptoms. *Occup Environ Med* 1995;52(12):800-803



- Park MH, Suh CH, Lee CG, Son BC, Kim DH et al. Pulmonary Functions and Related Factors in Shipyard Workers. *Korean J Occup Environ Med* 2011; 23(3):324-332
- Park WJ, Kim MB, Kim YH, Park RJ, Jang KH et al. The Relationship of Serum CEA Levels and Type of Work in Shipyard Workers. *Korean J Occup Environ Med* 2009;21(4):293-300
- Puntoni R, Merlo F, Borsa L, Reggiardo G, Garrone E et al. A historical cohort study among shipyard workers in Genoa, Italy. *Am J Ind Med* 2001;40(4):363-370
- Radović S, Selak I, Babić M, Pasić F. Carcinoembryonic antigen (CEA) in colonic inflammatory-regenerative and dysplastic epithelial lesions. *Croat Med J* 1998;39(1):15-18.
- Roh YM, Yim HW, Kim SI, Park HM, Jung JY et al. Recommendation and current status in exposure assessment using monitoring data in ship building industry - focused on the similar exposure group(SEG). *J Korean Soc Occup Environ Hyg* 2001;11(2):126-134
- Ruibal MA. CEA serum levels in non-neoplastic disease. *Int J Biol Markers* 1992;7(3):160-166
- Sajid KM, Chaouachi K, Mahmood R. Hookah smoking and cancer: carcinoembryonic antigen (CEA) levels in exclusive/ever hookah smokers. *Harm Reduct J* 2008; 24;5:19
- Sakao Y, Miyamoto H, Oh S, Takahashi N, Inagaki T et al. The impact of cigarette smoking on prognosis in small adenocarcinomas of the lung: the association between histologic subtype and smoking status. *J Thorac Oncol* 2008;3(9):958-962
- Satake K, Kanazawa G, Kho I, Chung Y, Umeyama K. Evaluation of serum pancreatic enzymes, carbohydrate antigen 19-9, and carcinoembryonic antigen in various pancreatic diseases. *Am J Gastroenterol* 1985; 80(8):630-636
- Snit M. Concentration of carcinoembryonic antigen, alpha-fetoprotein and beta -subunit of human chorionic gonadotropin in serum of workers employed directly in the production of coke. *Med Pr* 1993;44(1):21-28
- Stridsklev IC, Schaller KH, Langård S. Monitoring of chromium and nickel in biological fluids of grinders grinding stainless steel. *Int Arch Occup Environ Health* 2007;80(5):450-454
- Szymanska-Chabowska A, Antonowicz-Juchniewicz, Andrzejak R. The concentration of selected cancer markers (TPA, TPS, CYFRA 21-1, CEA) in workers occupationally exposed to arsenic and some heavy metals(Pb, Cd) during a two-year observation study. *Int J Occup Med Environ Health* 2007;20(3):229-239
- Temel O, Sakar Coskun A, Yaman N, Sarioglu N, Alkac C et al. Occupational asthma in welders and painters. *Tuberkuloz ve toraks* 2010;58(1):64-70
- Thomson D. The carcinoembryonic antigen (CEA) radioimmunoassay. *Proc R Soc Med* 1972;65(7):635-636.
- Uchino R, Kanemitsu K, Obayashi H, Hiraoka T, Miyachi Y. Carcinoembryonic antigen (CEA) and CEA-related substances in the bile of patients with biliary diseases. *Am J Surg* 1994;167(3):306-308
- Wang JY, Tang R, Chiang JM. Value of carcinoembryonic antigen in the management of colorectal cancer. *Dis Colon Rectum* 1994;37(3):272-277
- Wesselius LJ, Dark DS, Papasian CJ. Airway carcinoembryonic antigen concentrations in patients with central lung cancer or chronic bronchitis. *Chest* 1990;98(2): 393-397
- Won CW, Kim BS, Yang DH, Choi HR, Lee JY et al. Clinical significance of CEA as a screening test for neoplasm. *J Korean Acad Fam Med* 1997;18(10): 1006-1016