

11231

2 ej. 1

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE MEDICINA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO
E INVESTIGACION

**NIVELES DE CARBOXIHEMOGLOBINA EN
SUJETOS NO FUMADORES Y FUMADORES
DE DOS POBLACIONES DEL ALTIPLANO
MEXICANO**

TESIS QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
ESPECIALISTA EN NEUMOLOGIA
PRESENTA

GUILHERMO BECERRIL CARMONA



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

México, D. F.

1989



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

NIVELES DE CARBOXIHEMOGLOBINA EN SUJETOS NO FUMADORES Y FUMADORES DE DOS POBLACIONES DEL ALTIPLANO MEXICANO

INTRODUCCION

EL MONÓXIDO DE CARBONO (CO), ES UN GAS INCOLORO, INODORO, NO IRRITANTE, PRODUCIDO DURANTE LA COMBUSTIÓN INCOMPLETA DE ENERGÉTICOS QUE CONTIENEN CARBONO (1).

SU IMPORTANCIA COMO CONTAMINANTE ATMOSFÉRICO, RESIDE FUNDAMENTALMENTE EN QUE SE COMBINA Y ESTABLECE UN FUERTE ENLACE DE COORDINACIÓN CON EL ÁTOMO DE HIERRO DEL COMPLEJO PROTOHEME DE LA HEMOGLOBINA (HB) Y FORMA CARBOXIHEMOGLOBINA (HBCO), SUSTANCIA QUE DISMINUYE LA CAPACIDAD DE LA SANGRE DE TRANSPORTAR OXÍGENO (1,2,3).

LA IMPORTANCIA DE LAS FUENTES NATURALES PRODUCTORAS DE CO QUE VIERTEN SU CONTENIDO, EN EL AIRE AMBIENTE, QUE AUNQUE VARIADAS SON MUY DIFUSAS (4) ES MOTIVO DE DISCUSIÓN; ESTIMACIONES RECIENTES BASADAS EN LAS DISTRIBUCIONES DE ISÓTOPOS DE CO PRESENTES EN LA ATMÓSFE-

RA, SUGIEREN QUE GRAN PARTE DEL CO AMBIENTAL PROVIENE DE FUENTES ANTROPOGÉNICAS (5). MÁS AÚN LA PRODUCCIÓN DE CO POR FUENTES ARTIFICIALES INCIDE SUSTANCIALMENTE EN EL GRADIENTE DE CO ENTRE ÁREAS RURALES Y ÁREAS CONURBADAS.

LAS PRINCIPALES FUENTES DE CO, SON POSIBLEMENTE LAS -- QUE DEPENDEN DE LA ACTIVIDAD DEL HOMBRE, COMO SON LOS TRANSPORTES Y LOS PROCESOS INDUSTRIALES, QUE REQUIEREN DE LA COMBUSTIÓN DE SUSTANCIAS ENERGÉTICAS QUE TAMBIÉN SE CONSUMEN EN CASAS HABITACIÓN Y FÁBRICAS QUE ELABO-- RAN DIVERSOS PRODUCTOS (4).

SIN EMBARGO, LA FUENTE ARTIFICIAL A LA QUE ESTÁ MÁS -- EXPUESTA LA POBLACIÓN EN GENERAL Y QUE PRODUCE CO, ES EL HUMO PRODUCTO DE LA COMBUSTIÓN DE TABACO QUE SE --- INHALA ES DE ALREDEDOR DEL 4% (6). SE HA ESTIMADO QUE EL FUMADOR DE CIGARRILLO PUEDE ESTAR EXPUESTO A UNA -- CONCENTRACIÓN DE 460 A 575 MG/M³ (400 A 500 PPM) DU--- RANTE LOS SEIS MINUTOS PROMEDIO NECESARIOS PAR CONSU-- MIR UN CIGARRILLO.

LA PRODUCCIÓN ENDÓGENA DE CO AUNQUE PEQUEÑA, DEBE TOMARSE EN CUENTA PARA LA REALIZACIÓN DE ESTUDIOS EPIDEMIOLÓGICOS; EN SUJETOS NO FUMADORES URBANOS, EL NIVEL DE HbCO ES EN PROMEDIO DE 1% (8,9), SIN EMBARGO EN ESTOS SUJETOS UN POCO MÁS DE LA MITAD DE HbCO QUE SE FORMA DEPENDE DEL CO AMBIENTAL O EXÓGENO, EL RESTO REFLEJA LA PRODUCCIÓN ENDÓGENA DE CO. CERCA DE TRES CUARTAS PARTES DE LA PRODUCCIÓN ENDÓGENA SE DERIVA DEL ÁTOMO DE CARBONO ALFAMETANO DE LA MOLÉCULA HEME, QUE SE PRODUCE DURANTE LA DESTRUCCIÓN DEL ERITROCITO; OBVIAMENTE ESTA FUENTE DE PRODUCCIÓN ENDÓGENA ESTÁ AUMENTADA EN PROCESOS EN LOS CUALES LA DESTRUCCIÓN ERITROCÍTICA ES MAYOR. OTRAS CAUSAS QUE PUEDEN AUMENTAR LOS NIVELES DE CO ENDÓGENO SON LA ADMINISTRACIÓN DE DROGAS COMO EL FENOBARBITAL Y LA DIFENILHIDATOINA QUE INDUCEN LA FORMACIÓN DE CITOCROMO HEPÁTICO (10) LA MENSTRUACIÓN (11), EL EMBARAZO (12), LA ELEVACIÓN DE PROGESTERONA PLASMÁTICA Y EL EJERCICIO SOSTENIDO.

EN LA MUJER EMBARAZADA LA PRODUCCIÓN ENDÓGENA DE CO DE LA PROPIA MUJER SE SUMA AL CO PRODUCIDO POR EL FETO Y QUE ATRAVIESA LA BARRERA PLACENTARIA.

ALGUNAS SUSTANCIAS QUÍMICAS INDUSTRIALES PUEDEN PRODUCIR CO EN EL ORGANISMO, AUNQUE LOS DETALLES SOBRE LAS REACCIONES BIOLÓGICAS IN VIVO DE ESTAS SUSTANCIAS SON INCIERTOS; DE ESTAS LA MÁS IMPORTANTE Y ESTUDIADA ES - EL CLORURO DE METILENO, SUSTANCIA UTILIZADA EN AEROSOLLES Y COMO SOLVENTE DE PINTURAS (2).

LA ALTITUD AL PARECER INFLUYE IMPORTANTEMENTE EN LOS - EFECTOS QUE ESTE GAS PROVOCA EN LOS HABITANTES DE ZONAS A GRAN ALTITUD SOBRE EL NIVEL DEL MAR; EL CO PRODUCE SÍNTOMAS QUE AGRAVAN LA DEFICIENCIA DE OXÍGENO EN ESTAS ZONAS. EL NIVEL DE HbCO EN HABITANTES DE ZONAS - ALTAS NO SE HA ESTABLECIDO EN FORMA CONSISTENTE, LOS - VALORES DE HbCO ANTERIORMENTE REPORTADOS EN LA LITERATURA CONSULTADA, SE OBTUVIERON EN HABITANTES DE CIUDADES CERCANAS AL NIVEL DEL MAR (13, 14, 15).

AUNQUE SE DISPONE ACTUALMENTE DE MÉTODOS FÍSICOS Y --- QUÍMICOS RELATIVAMENTE PRECISOS PARA DETERMINAR LA EXPOSICIÓN DE LA POBLACIÓN AL CO, CON PROPÓSITOS EPIDEMIOLÓGICOS, SE SIGUE PREFIRIENDO EL ESTUDIO DE LA HEMOGLOBINA HUMANA COMO UN ELEMENTO DE MEDICIÓN PARA ---

JUZGAR LA EXPOSICIÓN TOTAL AL CO.

LA ELIMINACIÓN DEL CO DEL ORGANISMO ES UN PROCESO RELATIVAMENTE LENTO, POR LO QUE LA MEDICIÓN DE HbCO VENOSA O CAPILAR Y AÚN LAS ESTIMACIONES DE LA FASE GASOSA DE HbCO PROPORCIONAN UN MÉTODO CONVENIENTE PARA EVALUAR LA EXPOSICIÓN AL CO EN LA POBLACIÓN GENERAL (16).

LOS MÉTODOS ANALÍTICOS DE ELECCIÓN PARA DETERMINAR LOS NIVELES DE HbCO EN SANGRE, SE BASAN EN EL ESTUDIO DE LA LIBERACIÓN DE CO Y EL ANÁLISIS POR ESPECTROFOTOMETRÍA (4).

LOS MÉTODOS ESPECTROFOTOMÉTRICOS REQUIEREN PEQUEÑAS CANTIDADES DE SANGRE (10 1 A 5 ML) (17). LILY Y BARRERA (18) HAN OBTENIDO UNA DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE SÓLO 0.13% CON ESTE MÉTODO EN DETERMINACIONES REPETIDAS DE HbCO A NIVELES INFERIORES DE 3%

EL MÉTODO ESPECTROFOTOMÉTRICO TRATA A LA MUESTRA HEMOLIZÁNDOLA POR MEDIO DE UN AGENTE REDUCTOR TAL COMO EL

TIOSULFATO DE SODIO.

LAS PROPORCIONES RELATIVAS DE Hb Y HbCO PUEDEN SER DETERMINADAS POR MEDIO DE LA ABSORCIÓN RELATIVA DE LUZ A DOS LONGITUDES DE ONDA APROPIADAS. KLENDSTHOJ (19) --- MENCIONA QUE EXISTE UNA BUENA CORRELACIÓN ENTRE ESTE MÉTODO Y EL DE VAN SLYKE EN CUANTO AL RESULTADO, CUANDO SE UTILIZA UNA LONGITUD DE ONDA DE 480 NM, DEPENDIENDO DE SI EXISTEN DIFERENCIAS ENTRE LA Hb Y LA HbCO Y 555 NM CUANDO LA ABSORCIÓN FUE IGUAL PARA LOS DOS PIGMENTOS.

POR MEDIO DEL ACOPLAMIENTO DEL ESPECTROFOTÓMETRO DE ABSORCIÓN Y UNA COMPUTADORA ANALÍTICA, LAS CONCENTRACIONES DE Hb, HbO Y HbCO PUEDEN DETERMINARSE CON UNA SOLA MUESTRA DE SANGRE (20). LA ABSORBENCIA ES MEDIDA EN TRES LONGITUDES DE ONDA A 548, 568 Y 578 NM, LAS LIMITANTES DE ESTE MÉTODO DEPENDEN DE CAMBIOS EN LA TEMPERATURA, LA LIMPIEZA DEL SISTEMA Y CAMBIOS EN LA CALIBRACIÓN DEL INSTRUMENTO. LAS VENTAJAS SON QUE LA MUESTRA ES PEQUEÑA 1.0 MCL Y LA EXACTITUD ES DE $\pm 0.6\%$ DE HbCO.

LAS DETERMINACIONES ESPECTROFOTOMÉTRICAS TIENEN VENTAJAS SOBRE LOS MÉTODOS QUÍMICOS COMO LA RELATIVAMENTE PEQUEÑA CANTIDAD DE SANGRE REQUERIDA, ADEMÁS DE QUE EL VALOR REPORTADO ES EN PORCIENTO DE HBCO MÁS QUE EN --- CONTENIDO DE CO.

EN EL PRESENTE TRABAJO SE TRATÓ DE CORRELACIONAR EL -- IMPACTO QUE CAUSA EL TABAQUISMO SOBRE LOS NIVELES DE - HBCO, ASÍ COMO COMPARAR ENTRE SÍ LOS NIVELES DE ESTE - MARCADOR EN SUJETOS NO FUMADORES QUE HABITAN EN ZONAS URBANAS DE DOS CIUDADES DEL ALTIPLANO MEXICANO Y COM-- PARARLAS TAMBIÉN CON LOS NIVELES DE HBCO REPORTADOS -- CON ANTERIORIDAD EN LA LITERATURA. LA INFLUENCIA DE LA ALTITUD, LA EDAD Y SEXO, TAMBIÉN FUE ESTUDIADA.

MATERIAL Y METODOS

SE INCLUYERON SÓLO ADULTOS SANOS, VOLUNTARIOS, HOMBRES Y MUJERES, NO FUMADORES Y FUMADORES, HABITANTES DE LAS CIUDADES DE MÉXICO Y TOLUCA; SE SELECCIONARON SÓLO --- PERSONAS QUE VIVIERAN EN LA DELEGACIÓN VENUSTIANO CA---RRANZA PARA LA CIUDAD DE MÉXICO Y EN LA ZONA SUR PARA LA CIUDAD DE TOLUCA.

EN CADA CIUDAD SE ESTUDIARON DOS GRUPOS, UNO DE NO FUMADORES Y OTRO DE FUMADORES; CADA GRUPO ESTUVO CONSTITUIDO POR 100 SUJETOS, CON EDADES QUE FLUCTUABAN DE 16 A 65 AÑOS. SE OBTUVO UNA MUESTRA DE SANGRE VENOSA, DE CADA UNO DE LOS 400 SUJETOS, LA MUESTRA SE TOMÓ ENTRE LAS 8 Y 10 HORAS EN LOS MESES DE JULIO A NOVIEMBRE DE 1989. A CADA MUESTRA SE LE AGREGÓ 0.1 ML DE HEPARINA Y SE MANTUVO SIEMPRE A 4 GRADOS CENTÍGRADOS.

EL PROCESO PARA MEDIR LA HBCO SE REALIZÓ DENTRO DE LAS DOS HORAS SIGUIENTES A LA TOMA DE LA MUESTRA EN UN CO-OXÍMETRO IL, QUE SE CALIBRABA DIARIAMENTE CON Hb DE --BOVINO A 6 G/DL, LA MUESTRA SE PROCESÓ EN TRES OCASIO-

NES CONSECUTIVAS Y EL RESULTADO SE TOMÓ COMO CORRECTO CUANDO LA DIFERENCIA ENTRE CADA MEDICIÓN FUE COMO MÁXIMO 0.1%.

LOS RESULTADOS GLOBALES SE ANALIZARON ESTADÍSTICAMENTE; EL PORCENTAJE DE HBCO, SE CALCULÓ EL PROMEDIO Y LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR. PARA DETERMINAR DIFERENCIAS ENTRE LOS GRUPOS SE ANALIZARON EN FORMA GLOBAL LOS SUJETOS - POR EDAD Y SEXO UTILIZANDO χ^2 , DE LAS VARIABLES CUANTITATIVAS, LA EDAD Y EL NÚMERO DE CIGARRILLOS. PARA COMPARAR LAS VARIABLES CUANTITATIVAS SE UTILIZÓ T DE STUDENT Y PARA EL ANÁLISIS DE ASOCIACIÓN ENTRE VARIABLES CUANTITATIVAS SE UTILIZÓ R DE PEARSON.

RESULTADOS

LOS RESULTADOS GLOBALES REFERENTES A LOS PROMEDIOS DE EDAD, PORCIENTO DE HBCO Y CONSUMO DE CIGARRILLOS POR SEXO SE MUESTRAN EN LA TABLA 1.

EL PORCENTAJE DE HBCO ENCONTRADO EN LOS FUMADORES FUE: PARA LA CIUDAD DE MÉXICO DE $4.12\% \pm 1.61$ Y PARA LA CIUDAD DE TOLUCA $3.77\% \pm 1.78$, SIN DIFERENCIA ESTADÍSTICAMENTE SIGNIFICATIVA ENTRE LOS DOS GRUPOS, EN TÉRMINOS GENERALES FUE UN POCO MAYOR LA CONCENTRACIÓN DE ESTE MARCADOR PARA LOS SUJETOS DE LA CIUDAD DE MÉXICO.

EL PORCENTAJE DE HBCO PARA LOS NO FUMADORES FUE DE $1.63\% \pm 0.91$ Y $1.54\% \pm 1.02$ PARA LA CIUDAD DE MÉXICO Y PARA LA CIUDAD DE TOLUCA RESPECTIVAMENTE, NUEVAMENTE SE OBSERVÓ UN NIVEL MAYOR DE HBCO EN LOS SUJETOS HABITANTES DE MÉXICO AÚN SIN SIGNIFICANCIA ESTADÍSTICA. EN CUANTO A LOS PORCENTAJES DE HBCO CUANDO SE COMPARARON ENTRE FUMADORES Y NO FUMADORES, MOSTRARON DIFERENCIA ESTADÍSTICAMENTE SIGNIFICATIVA, T DE STUDENT P 0.01 -

NIVELES DE COHB EN 2 POBLACIONES
DEL ALTIPLANO MEXICANO

CIUDAD DE MEXICO		CIUDAD DE TOLUCA	
NO FUMADOR	FUMADOR	NO FUMADOR	FUMADOR
EDAD			
MASC N=89 \bar{x} 28.25±6.70	N=52 \bar{x} 45.73±12.38	N=59 \bar{x} 33.84±16.08	N=56 \bar{x} 40.67±14.09
FEM N=11 \bar{x} 29.18±5.59	N=48 \bar{x} 40.45±10.82	N=41 \bar{x} 36.97±15.23	N=44 \bar{x} 39.00±12.42
TOTAL N=100 \bar{x} 28.36±6.59	N=100 \bar{x} 43.20±11.95	N=100 \bar{x} 34.18±15.91	N=100 \bar{x} 39.94±13.40
HbCO%			
MASC N=89 \bar{x} 1.61±0.92	N=52 \bar{x} 4.34± 1.67	N=59 \bar{x} 1.45± 1.08	N=56 \bar{x} 3.90± 1.89
FEM N=11 \bar{x} 1.75±0.85	N=48 \bar{x} 3.88± 1.52	N=41 \bar{x} 1.66± 0.93	N=44 \bar{x} 3.61± 1.61
TOTAL N=100 \bar{x} 1.63±0.91	N=100 \bar{x} 4.12± 1.61	N=100 \bar{x} 1.54± 1.02	N=100 \bar{x} 3.77± 1.78
No. DE CIGARRILLOS			
MASC _____	N=52 \bar{x} 20.94±10.25	_____	N=56 \bar{x} 19.10± 8.02
FEM _____	N=48 \bar{x} 16.37± 6.04	_____	N=44 \bar{x} 17.09± 6.23
TOTAL _____	N=100 \bar{x} 18.75± 8.79	_____	N=100 \bar{x} 18.22± 7.36

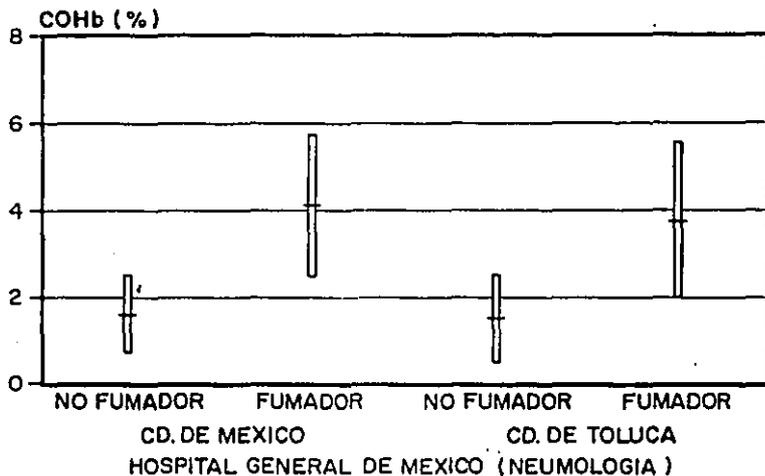
TABLA NÚM. 1: VALORES TOTALES, PROMEDIOS Y DESVIACION ESTANDAR DE LAS VARIABLES EDAD, HbCO Y NUMERO DE CIGARRILLOS OBTENIDOS EN --- MEXICO Y TOLUCA.

PARA EL GRUPO DE LA CIUDAD DE MÉXICO Y $P < 0.05$ PARA EL GRUPO DE LA CIUDAD DE TOLUCA (FIG. 1).

CUANDO SE COMPARARON LOS NIVELES DE HBCO OBTENIDOS POR SEXO EN NO FUMADORES Y FUMADORES DE AMBAS CIUDADES, NO SE ENCONTRÓ DIFERENCIA SIGNIFICATIVA AUNQUE CONVIENE MENCIONAR QUE LOS NIVELES DE HBCO EN LOS NO FUMADORES FUERON ALGO MAYORES PARA LAS MUJERES, MIENTRAS QUE EN EL GRUPO DE FUMADORES MASCULINOS DE AMBAS CIUDADES LAS CIFRAS FUERON MÁS ALTAS. LAS DIFERENCIAS ENTRE FUMADORES Y NO FUMADORES DE UNO Y OTRO SEXO NO FUERON SIGNIFICATIVAS (FIG. 2).

NO EXISTIÓ RELACIÓN ENTRE LA EDAD Y EL NIVEL DE HBCO, SE UTILIZÓ LA PRUEBA R DE PEARSON PARA ESTABLECER ESTA RELACIÓN CON LOS SIGUIENTES RESULTADOS $r=0.018$ PARA NO FUMADORES, $r=0.68$ PARA FUMADORES DE LA CIUDAD DE MÉXICO; $r=0.246$ Y $r=0.132$ PARA NO FUMADORES Y FUMADORES RESPECTIVAMENTE, DE LA CIUDAD DE TOLUCA (FIG. 3 Y 4).

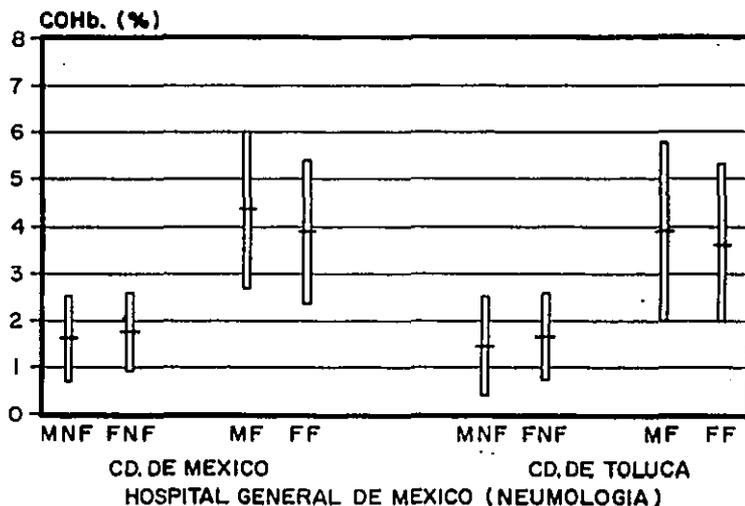
CARBOXI-HEMOGLOBINA Y TABAQUISMO DOS CIUDADES DEL ALTIPLANO



NO F. MEX. VS NO F. TOLUCA N.S. | NO F. VS FUM. P < 0.01 MEX
 F. MEX. VS F. TOLUCA N.S. | NO F. VS FUM. P < 0.05 TOL

FIGURA 1: NIVELES DE HbCO% EN FUMADORES Y NO FUMADORES DE LAS CIUDADES DE TOLUCA Y MEXICO.

**TABAQUISMO Y NIVEL DE COHb.
DISTRIBUCION POR SEXO**



COMPARACION DE FUMADORES Y NO FUMADORES POR SEXO-----N.S.

FIGURA 2: NIVELES DE HbCO Y SU DISTRIBUCION POR SEXO EN NO FUMADORES Y FUMADORES DE LAS CIUDADES DE MEXICO Y TOLUCA.

M NF= MASCULINO NO FUMADORES

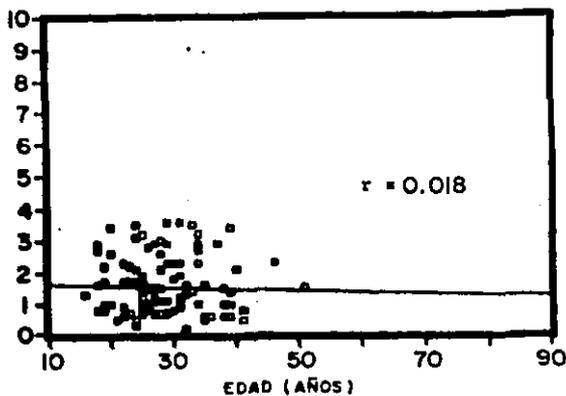
M F = MASCULINO FUMADOR

F NF= FEMENINO NO FUMADOR

F F = FEMENINO FUMADOR

LA COMPARACION ENTRE NO FUMADORES Y FUMADORES DE LOS DOS SEXOS NO ES SIGNIFICATIVA.

CIUDAD DE MEXICO, D.F.
NO FUMADOR



CIUDAD DE MEXICO, D.F.
FUMADOR

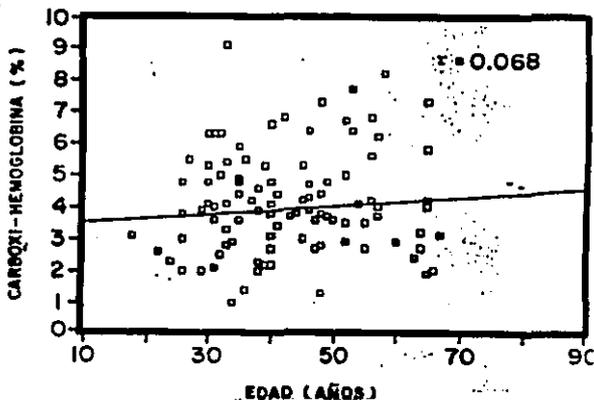
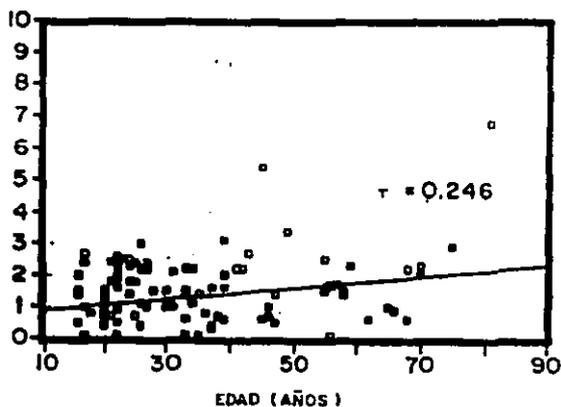


FIGURA 3: RELACION DE HbCO Y EDAD PARA SUJETOS NO FUMADORES Y FUMADORES DE LA CIUDAD DE MEXICO.

CIUDAD DE TOLUCA
NO FUMADOR



CIUDAD DE TOLUCA
FUMADOR

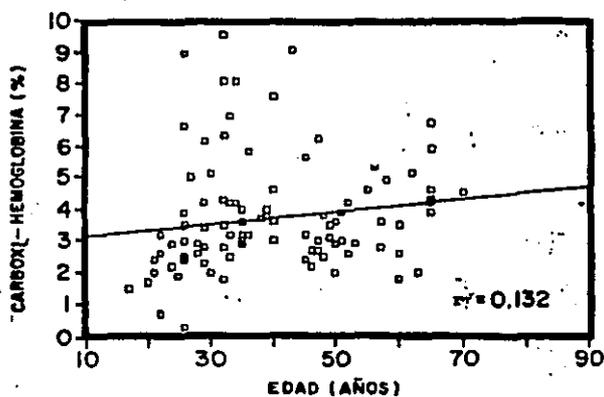


FIGURA 4: RELACION DE HbCO Y EDAD PARA SUJETOS NO FUMADORES Y FUMADORES DE LA CIUDAD DE TOLUCA.

LA CANTIDAD DE CIGARRILLOS CONSUMIDOS AL DÍA Y EL NIVEL DE HBCO, POR ANÁLISIS DE ASOCIACIÓN ENTRE ESTAS DOS VARIABLES, SEÑALÓ ÚNICAMENTE UNA DISCRETA ASOCIACIÓN ENTRE EL NÚMERO DE CIGARRILLOS Y EL NIVEL DE HBCO EN EL GRUPO DE FUMADORES DE LA CIUDAD DE TOLUCA (R=0.668), MIENTRAS QUE EN LA CIUDAD DE MÉXICO NO EXISTIÓ TAL ASOCIACIÓN (R=0.275) (FIG. 5 Y 6).

CIUDAD DE MEXICO, D. F.
TABAQUISMO Y NIVEL DE COHb (%)

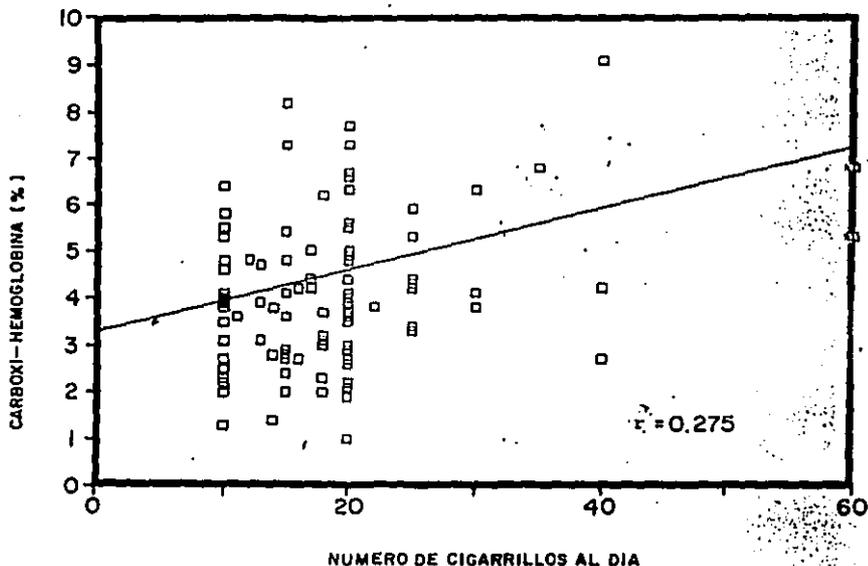


FIGURA 5: RELACION ENTRE HbCO Y NUMERO DE CIGARRILLOS CONSUMIDOS AL DIA EN SUJETOS FUMADORES DE LA CIUDAD DE MEXICO.

CIUDAD DE TOLUCA
TABAQUISMO Y NIVEL DE COHb (%)

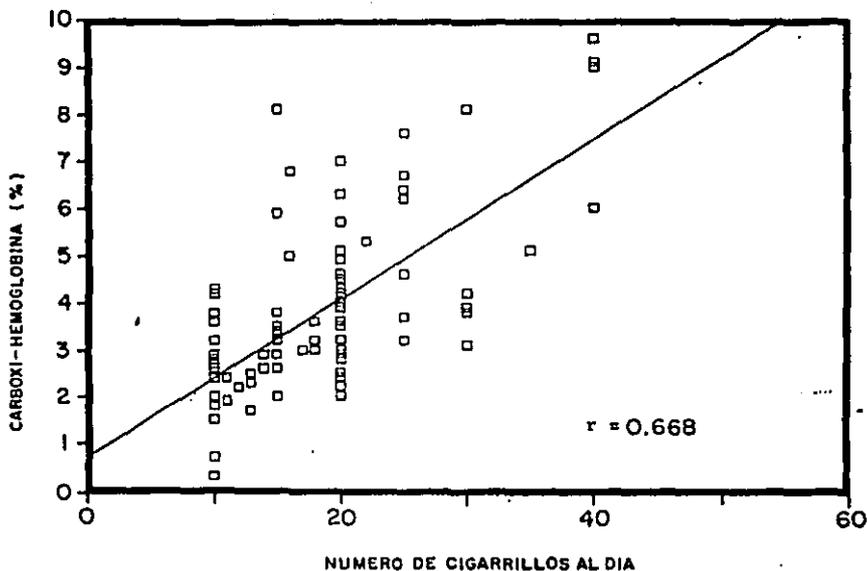


FIGURA 6: RELACION ENTRE HbCO Y NUMERO DE CIGARRILLOS CONSUMIDOS AL DIA EN SÚJETOS FUMADORES DE LA CIUDAD DE TOLUCA.

DISCUSION

EN EL PRESENTE ESTUDIO SE ENCONTRÓ QUE LOS NIVELES DE HBCO PROMEDIO, DE LOS SUJETOS NO FUMADORES QUE SE INCLUYERON EN ESTE TRABAJO, TANTO EN LA CIUDAD DE MÉXICO COMO EN LA CIUDAD DE TOLUCA, FUERON UN POCO MAYORES -- QUE LOS REPORTADOS EN TRABAJOS PREVIOS, QUE SEÑALAN -- VALORES PROMEDIO DE ,5 A 1% (2,8.10).

EN EFECTO EN ESTE TRABAJO SE ENCONTRÓ QUE LOS NIVELES DE HBCO EN LOS SUJETOS NO FUMADORES HABITANTES DE LA CIUDAD DE MÉXICO Y TOLUCA, EL NIVEL DE HBCO FUE DE -- $1.63\% \pm 0.91$ Y $1.54\% \pm 1.02$ RESPECTIVAMENTE Y QUE SON VALORES UN POCO MÁS ALTOS QUE LOS REPORTADOS EN TRABAJOS REALIZADOS POR AUTORES AMERICANOS Y EUROPEOS (2,8, 10,14,15), EN LOS QUE SE OBTUVIERON CIFRAS PROMEDIO DE HBCO DE 0,5 A 1% EN SUJETOS NO FUMADORES URBANOS. ES -- POSIBLE QUE ENTRE UN FACTOR QUE PODRÍA INFLUIR EN LOS PROMEDIOS OBTENIDOS DE HBCO, SEA LA ALTITUD SOBRE EL -- NIVEL DEL MAR A LA QUE SE ENCUENTRAN AMBAS CIUDADES -- (EN PROMEDIO 2,300 METROS). FORBES Y LILIENTHAL EN --

1945 (21,22) SEÑALARON QUE LA MENOR PRESIÓN PARCIAL -- DEL OXÍGENO INSPIRADO POR LAS PERSONAS QUE VIVEN A ESTE NIVEL DE ALTITUD, INFLUYE DE MANERA DEFINITIVA EN LA CANTIDAD DE CO DISPONIBLE PARA COMBINARSE CON HB Y FORMAR HBCO. ESTE FENÓMENO FUE COMENTADO POR FORBES -- QUIEN EXPRESÓ QUE EN UN SISTEMA QUE CONTENGA OXÍGENO, CO Y HB, LA PRODUCCIÓN DE HBCO ES INVERSAMENTE PROPORCIONAL A LA PRESIÓN DEL OXÍGENO INSPIRADO, LO CUAL DEJA MÁS CANTIDAD DE HB DISPONIBLE PARA LA FIJACIÓN DE CO.

SE CORROBORÓ, POR OTRA PARTE, QUE LOS NIVELES DE HBCO EN SUJETOS FUMADORES SON MAYORES QUE LOS ENCONTRADOS EN NO FUMADORES, ESTO CONFIRMA LO EXPRESADO POR OTROS AUTORES (1,7,13), QUE MENCIONAN QUE EL HUMO DE TABACO ES LA PRINCIPAL FUENTE DE CO A LA QUE ESTÁ EXPUESTA LA POBLACIÓN.

OTRA FUENTE PROBABLEMENTE IMPORTANTE ES LA QUE CONSTITUYEN LOS VEHÍCULOS AUTOMOTORES QUE CIRCULAN EN LAS -- ZONAS URBANAS, SIN EMBARGO, ADEMÁS DE QUE ES DIFÍCIL --

DE MEDIR, POR LOS DISTINTOS FACTORES QUE DETERMINAN LA PRODUCCIÓN DE ESTE GAS POR VEHÍCULOS, QUE DEPENDE DE LA AFLUENCIA VEHICULAR, LA HORA DEL DÍA, EL TAMAÑO DE LA CALLE Y LA ALTURA DE LOS EDIFICIOS, ENTRE OTROS.

EL POSIBLE IMPACTO DE ESTAS FUENTES SOBRE LA PRODUCCIÓN DE HBCO, NO SE PUDO ESTABLECER EN FORMA DEFINITIVA. EN LOS GRUPOS ESTUDIADOS EXISTEN OPINIONES RESPECTO AL POSIBLE IMPACTO EN LA PRODUCCIÓN DE CO POR VEHÍCULOS AUTOMOTORES, QUE CONSIDERAN QUE ESTA FUENTE NO INFLUYE DE MANERA DETERMINANTE EN LA PRODUCCIÓN DE HBCO (1,2).

CONSIDERANDO AL TABACO COMO PRINCIPAL DETERMINANTE EN LA PRODUCCIÓN DE HBCO EN EL HUMANO, AL COMPARAR LOS NIVELES DE HBCO ENTRE NO FUMADORES Y FUMADORES DE LAS CIUDADES ESTUDIADAS, SE ENCONTRARON DIFERENCIAS ESTADÍSTICAMENTE SIGNIFICATIVAS (T DE STUDENT P 0,01 Y P 0.05) PARA LA CIUDAD DE MÉXICO Y TOLUCA.

ESTOS DATOS APOYAN LAS IDEAS EXPRESADAS POR OTROS AUTORES RESPECTO A QUE LA HBCO ES UN MARCADOR BIOLÓGICO

CONFIABLE PARA DETERMINAR LA EXPOSICIÓN RECIENTE AL --
HUMO DE TABACO (23,24), ESTE HECHO TIENE ESPECIAL RE--
LEVANCIA DEBIDO A LA IMPORTANCIA ACTUAL QUE HAN TOMADO
LAS CLÍNICAS CONTRA EL TABAQUISMO EN LOS QUE SE REQUIE--
RE EVALUAR LA EXPOSICIÓN RECIENTE AL CO PROVENIENTE --
DEL HUMO DE TABACO (23,24,25,26). EXISTEN OTROS MARCA--
DORES COMO EL TIOCIANATO SÉRICO Y LA NICOTINA O SU DE--
RIVADO COTININA, CUYA DETERMINACIÓN ES MÁS DIFÍCIL Y -
MUCHO MÁS COSTOSA (25,26,27).

CUANDO SE ANALIZÓ LA ASOCIACIÓN ENTRE VARIABLES NUMÉ--
RICAS COMO LA CANTIDAD DE CIGARRILLOS CONSUMIDOS AL --
DÍA EN RELACIÓN CON EL PORCIENTO DE HbCO, UTILIZANDO -
LA PRUEBA R DE PEARSON SE ENCONTRÓ ÚNICAMENTE ASOCIA--
CIÓN ENTRE ESTAS DOS VARIABLES PARA EL GRUPO DE FUMA--
DORES DE LA CIUDAD DE TOLUCA ($r=0.668$), UNA POSIBLE --
EXPLICACIÓN DE ESTE RESULTADO PODRÍA SER QUE LOS FUMA--
DORES DE LA CIUDAD DE TOLUCA INHALEN EL HUMO DE MODO -
MÁS INTENSO QUE LOS FUMADORES DE LA CIUDAD DE MÉXICO,
AUNQUE ES ÉSTA SÓLO UNA ESPECULACIÓN QUE PODRÍA INVE--
STIGARSE.

LA EDAD PARECE NO INFLUIR EN EL NIVEL DE HbCO, TANTO EN FUMADORES COMO NO FUMADORES, HECHO REFERIDO EN ESTUDIOS PREVIOS (1). EN LOS GRUPOS ESTUDIADOS NO SE ENCONTRÓ ASOCIACIÓN ENTRE LAS VARIABLES EDAD Y HbCO, PARA LOS NO FUMADORES Y FUMADORES DE LA CIUDAD DE MÉXICO ($r=0.018$ Y 0.068) Y PARA LA CIUDAD DE TOLUCA ($r=0.246$ Y 0.132), LO QUE IMPLICA QUE ES EL HÁBITO MISMO, EN ESTE CASO DE MÁS DE 10 CIGARRILLOS AL DÍA, EL QUE DETERMINA QUE UN INDIVIDUO TENGA UN NIVEL ELEVADO DE HbCO.

NO SE OBSERVARON DIFERENCIAS ESTADÍSTICAMENTE SIGNIFICATIVAS ENTRE LOS NIVELES DE HbCO ENTRE SEXOS, AUNQUE FUE CONSISTENTE EL HECHO DE QUE EN EL GRUPO DE NO FUMADORES, EL NIVEL DE HbCO FUE DISCRETAMENTE MÁS ALTO EN LAS MUJERES QUE EN LOS SUJETOS DEL SEXO MASCULINO. QUIZÁ ALGUNA INFLUENCIA HORMONAL PUDIERA EXPLICAR ESTE HALLAZGO. PAPADOPULOS (11), MENCIONA QUE LA MENSTRUACIÓN Y LOS NIVELES ELEVADOS DE PROGESTÁGENOS AUMENTAN LOS NIVELES DE HbCO, SIN EMBARGO EN EL GRUPO DE PACIENTES FEMENINOS UN CRITERIO DE EXCLUSIÓN FUE LA PRESEN-

CIA DE EMBARAZO O MENSTRUACIÓN, EL CORROBORAR LA HIPÓTESIS CITADA IMPLICARÍA EL DISEÑO DE UN NUEVO ESTUDIO QUE TOMARÁ EN CUENTA EL CICLO HORMONAL DE LA MUJER.

CONCLUSIONES

LOS NIVELES DE HBCO EN SUJETOS NO FUMADORES HABITANTES DE LAS CIUDADES DE MÉXICO Y TOLUCA, SON UN POCO MÁS -- ALTOS QUE LOS REPORTADOS EN LA LITERATURA REVISADA. ESTE HECHO PODRÍA ESTAR RELACIONADO CON LA ALTITUD; -- UNA HIPÓTESIS QUE QUEDA POR INVESTIGAR.

EL HÁBITO TABÁQUICO ES EL PRINCIPAL FACTOR QUE DETER-- MINA EL AUMENTO EN LOS NIVELES DE HBCO. EN LAS MUESTRAS COMPARADAS NO ES NOTABLE EL EFECTO DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA.

LOS NIVELES DE HBCO EN MUJERES AUNQUE SIN DIFERENCIA - ESTADÍSTICAMENTE SIGNIFICATIVA, SON DISCRETAMENTE MÁS ELEVADOS EN EL GRUPO DE NO FUMADORES. LOS FACTORES QUE PUDIERAN INFLUIR EN ESTA DIFERENCIA DEBERÁN SER INVES-- TIGADOS.

NO SE ENCONTRÓ ASOCIACIÓN ENTRE EDAD Y NIVEL DE HBCO - TANTO EN NO FUMADORES COMO EN FUMADORES. TAMPOCO LA -- HUBO ENTRE NÚMERO DE CIGARRILLOS Y NIVELES DE HBCO, -- AUNQUE SERÍA CONVENIENTE ESTUDIAR ESTE EFECTO EN UNA - MUESTRA MEJOR DISTRIBUIDA EN CUANTO AL CONSUMO DIARIO DE CIGARRILLOS.

REFERENCIAS

1. ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, MONÓXIDO DE CARBONO EN CRITERIOS DE SALUD AMBIENTAL, ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, 1983, 4-127.
2. SHEPHARD R.J., CARBON MONOXIDE THE SILENT KILLER CHARLES THOMAS, 1983, 8-193.
3. KAMBAM J.R., CHENLIT, ITYMAN SA, EFFECT OF SHORT-TERM SMOKING HALT ON CARBOXYHEMOGLOBIN LEVELS AND P 50 VALUES. ANHESHT. ANALG., 1986, 65, 1186-1188.
4. SEILER W, THE CYCLE OF CARBON MONOXIDE IN THE ATMOSPHERE. IN INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENVIRONMENTAL SERISING AND ASSESSMENT, LAS VEGAS, NV, --- 14-19 SEPTEMBER 1975, NEW YORK, INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS VOL. 2, 6 PP.
5. CRUTZEN, P.J., AND FISHMAN, J.: AVERAGE CONCENTRATIONS OF OH IN THE TROPOSPHERE, AND THE BUDGETS OF CH₄, CO, H₂ AND CH₃C, CL₃. GEOPHYS RES LTR, 4:321-324, 1977.

6. FLETCHER, C.M. AND HORN, D. SMOKING AND HEALTH. WHO CHRON, 1970, 24:345-370.
7. HAEBISCH, H. EL CIGARRILLO COMO FUENTE DE MONÓXIDO DE CARBONO. ARCH. TOXICOL., 1970, 26:251-261.
8. COBURN, R.F., FORSTER, R.E., AND RANE, P.B.: CON--SIDERATIONS OF THE PHYSIOLOGICAL VARIABLES THAT --DETERMINE THE BLOOD COHB CONCENTRATIONS IN MAN. J CLIN INVEST, 1965, 44:1899-1910.
9. RODE, A., AND SHEPHARD, R.J.: SMOKING WITHBRAWAL - AND CHANGES OF CARDIORESPIRATORY FITNESS. AM REV RESPIR DIS, 1971, 104:933-935.
10. COBURN, R.F. ENHANCEMENT BY PHEROBARBITAL AND DIPHENYLHYDANTOIN OF CARBON MONOXIDE PRODUCTION IN NORMAL MAN. N ENGL J MED, 1970, 283:512-515.
11. DELIVORIA-PAPADOPOULOS, COBUR, R.F. AND FORSTER, R.E. CLINICAL VARIATION OF RATE OF HEME DESTRUCTION AND CARBON MONOXIDE PRODUCTION IN NORMAL WOMEN. PHYSIOLOGIST, 1970, 13:178.

12. LONGO, L.D. CARBON MONOXIDE IN THE PREGNANT MOTHER AND FETUS AND ITS EXCHANGE ACROSS THE PLACENTA. ANN NY ACAD SCI, 1970, 174:313-341.
13. TURNER J.A.M., MCNICOL, M.W., SILLETT, R.W. DISTRIBUTION OF CARBOXYHEMOGLOBIN CONCENTRATIONS IN SMOKERS AND NON-SMOKERS. THORAX, 1986, 41:25-27.
14. STEWART, D.R., BARETTA, E.D., PLATT, R.L., STEWART, E., KALBRISH, J.H., VAN YSERLOO, B., RIMM, A.A., CARBOXYHEMOGLOBIN CONCENTRATIONS IN BLOOD DONORS IN CHICAGO, MILWAUKEE, NEW YORK AND LOS ANGELES. SCIENCE, 1973, 182:1362-1364.
15. STEWART, D.F., BARETTA, E.D., PLATTE, R.L., STEWART, E., KALBRISH, J.H., VAN YSERLLO B., RIMM, A.A. CARBOXYHEMOGLOBIN LEVELS IN AMERICAN BLOOD DONORS. JAMA, 1974, 229, 9:1187-1195.
16. DUBOWSKI, K.M., LUKE, J.L.: MEASUREMENT OF CARBOXY HEMOGLOBIN AND CARBON MONOXIDE IN BLOOD. ANN CLIN LAB SCI. 1973, 3:53-65.

17. LILY, R.E., COLE, P.V., AND HAWKINS, L.H.:
SPECTROPHOTOMETRIC MEASUREMENT OF CARBOXYHEMOGLOBIN.
AN EVALUATION OF THE METHOD OF COMMINS AND LAWTHER.
BR J IND MED, 1972, 29:454-457.
18. BARETTA, E.D., STEWART, D.R., GRAFF, S.A., AND
DONAHOU, K.K.: METHODS DEVELOPED FOR THE MASS
SAMPLING ANALYSIS OF CO AND CARBOXYHEMOGLOBIN IN MAN.
AM IND HYG ASSOC J. 1978, 39:202-209.
19. KLENDSHOJ, N.C., FELDSTRIN, M., AND SPRAGUE, A.L.:
THE SPECTROPHOTOMETRIC DETERMINATION OF CARBON
MONOXIDE. J BIOL CHEM. 1950, 18:297-303.
20. MALENFANT A.L., ET AL: SPECTROPHOTOMETRIC DETERMI-
NATION OF HEMOGLOBIN CONCENTRATIONS AND PERCENT
OXYHEMOGLOBIN AND CARBOXYHEMOGLOBIN SATURATION.
CLIN CHEM. 1968, 14:789.
21. FORBES, W.H., SARENT, F., ROUGHTON, F.J.W.: THE RATE
OF CARBON MONOXIDE UPTAKE BY NORMAL MEN. AM J
PHYSIOL. 1945, 143:594-608.

22. LILIENTHAL, J.L., PINE, MB.: THE EFFECT OF OXYGEN ON THE UPTAKE OF CARBON MONOXIDE BY MEN AT SEA LEVEL AND AT ALTITUDE. AM J PHYSIOL. 1945, 145: 346-364.
23. JARRIS, M., TONSTALL-PEDOE, H., FEYERABAEND, C., VESEY, C., SALLOOJEE, Y. BIOCHEMICAL MARKERS OF SMOKE ABSORPTION AND SELF REPORTED EXPASIVE TO PASSIVE SMOKIRS. J EPID CONM HEALTH, 1984, 38: 325-339.
24. RUSSEL, M. CIGARRETTE CONSUMPTION AND BIOCHEMICAL MEASURES OF SMOKE INTAKE. BRIT MED J, 1982, 285:507.
25. SILLET, R.W., WILSON, M.B., MALCOLM, R.E., BALL, K.P. DECETION AMONG SMOKERS. BRIT MED H. 1978, 2:1185-1186.
26. VESEY, C.J., SALOOJEE, Y., RUSSEL, M.A.H. BLOOD CARBOXYHEMOGLOBIN, PLASMA THIOCYANATE, AND CIGARRETTE CONSUMPTION: IMPLICATIONS FOR EPIDEMIOLOGIC STUDIES IN SMOKERS. BRIT MED J, 1982, 284:1516-1518.