

ERGONOMÍA Y ANTROPOMETRÍA APLICADA CON CRITERIOS ERGONÓMICOS EN PUESTOS DE TRABAJO EN UN GRUPO DE TRABAJADORAS DEL SUBSECTOR DE AUTOPARTES EN BOGOTÁ, D.C. COLOMBIA *

Aldo E. Piñeda Geraldo* **
aepgmetria@yahoo.es
Corporación Universitaria Republicana

RESUMEN

El presente estudio es producto del proyecto de investigación titulado: "Ergonomía y antropometría aplicada con criterios ergonómicos en puestos de trabajo en un grupo de trabajadoras del sub-sector de autopartes en Bogotá, D.C. Colombia". Auspiciado y financiado por la Corporación Universitaria Republicana. El estudio consistió en evaluar un conjunto de medidas antropométricas que permitieron establecer criterios ergonómicos aplicados a los puestos de trabajo en el grupo estudiado.

Palabras clave: ergonomía, antropometría, criterios ergonómicos, puestos de trabajo.

ABSTRACT

The present research is the product of a project investigation titled: "Ergonomics and anthropometry applied with ergonomic criteria in work places, in a group of workers of the sub-section of auto-parts in Bogotá D.C. Colombia", sponsored and financed by

Corporación Universitaria Republicana. The research consisted in evaluating a set of anthropometric measures that allowed establishing ergonomic criteria applied on the work place in the researched group.

Key words: ergonomics, anthropometry, ergonomic criteria, work places.

INTRODUCCIÓN

El estudio consistió en evaluar a través de medidas antropométricas con criterios ergonómicos un grupo de trabajadoras en una empresa del subsector de autopartes. Estas mediciones permitieron establecer criterios ergonómicos para diseñar los puestos de trabajo, herramientas y asientos.

Adicionalmente, se identificaron los principales puestos de trabajo con la finalidad de realizar el análisis de la actividad. Se aplicó una encuesta sociodemográfica a las trabajadoras, información de las máquinas, mesas y sillas de trabajo. Asimismo, se diseñó y aplicó una ficha antropométrica con criterios

Recepción del artículo: 26 de junio de 2007. Aceptación del artículo: 3 de noviembre de 2007.

* Artículo producto del proyecto de investigación que el autor desarrolla sobre el tema.

** Especialista en Ergonomía de la Universidad El Bosque de Bogotá, D.C. Antropólogo Físico de la Escuela Nacional de Antropología e Historia de México, D.F. Docente investigador de la Corporación Universitaria Republicana de Bogotá. aepgmetria@yahoo.es

ergonómicos en el grupo estudiado. La antropometría es una técnica sencilla, de bajo costo, práctica, válida y aplicable para el estudio que realizamos en este grupo laboral colombiano.

Por otra parte, en las fuentes documentales analizadas no se encontró suficiente información sobre investigaciones relacionadas con medidas antropométricas con criterios ergonómicos en las trabajadoras del subsector de autopartes, específicamente en Bogotá. En este sentido, su finalidad será demostrar como la ergonomía y la antropometría como herramienta de la misma beneficia al diseño de los puestos de trabajo, evitando fatigas y lesiones. Esto, logrando un incremento en la productividad, una mejor calidad de vida y en general el bienestar de las operarias.

ANTECEDENTES TEÓRICOS

La definición de ergonomía proviene de los vocablos griegos *ergon* que es igual a TRABAJO y *nomos*, CONOCIMIENTO, LEY O NORMAS DEL TRABAJO. No obstante, el término se le debe a Murrell y es acogido oficialmente en el año de 1949, por la primera Sociedad de Ergonomía (*Ergonomics Research Society*), constituida por ingenieros, fisiólogos y psicólogos británicos con el propósito de “adaptar el trabajo al hombre” (Mondelo, R., Gregori, E., Bombardo P., 2000, p. 17).

El psicólogo inglés Hywel Murrell definió la ergonomía como “el conjunto de estudios científicos de la interacción entre el hombre y su entorno de trabajo” (Mercado, 1995, p. 3). De igual forma, no se describe al ser humano excluido, ni al medio aislado, sino a todo un sistema ergonómico donde actúan e intervienen factores internos y externos, como señala Osborne; la ergonomía es una ciencia interdisciplinaria aplicada y la función del ergónomo es justamente aplicar todos esos conocimientos y su práctica en la interrelación ser humano-ambiente-máquina,

con la finalidad de cerciorarse que esté adecuado para él. Los que plantea los diferentes efectos, según el interés por uno u otro de estos elementos que conforman el sistema ergonómico, son el ser humano (ser pensante), el medio (entorno artificial) y la máquina (transferencia de tecnología). (Mercado, 1995, p. 3).

Para resolver los múltiples problemas se ha requerido del soporte de otras ciencias y técnicas como en este caso la antropometría, la ingeniería industrial y la estadística. Las diferentes concepciones de ergonomía se pueden obtener en referencias bibliográficas especializadas, la mayoría se centran en el contexto laboral; por ejemplo, mencionaremos algunas. Cazamian propone una definición:

estudio multidisciplinar del trabajo humano que pretende descubrir sus leyes para formular mejor sus reglas. La ergonomía es, pues, conocimiento y acción; el conocimiento es científico y se esfuerza en procurar modelos explicativos generales; la acción trata de adaptar mejor el trabajo a los trabajadores (citado por Cortés, 2002, p. 545).

Y otra definición atrayente es de la Organización Internacional de Normalización (ISO), que en 1961 la definió como “La aplicación de las ciencias biológicas del hombre, junto con las ciencias de ingeniería, para lograr la adaptación mutua óptima del hombre y su trabajo, midiéndose los beneficios en términos de eficiencia y bienestar del hombre” (Mercado, 1995, p. 4).

Por otra parte, la antropometría es una herramienta de la ergonomía. Algunos autores la han definido de acuerdo a sus intereses y aplicación. En el diccionario de la Lengua Española ANTROPOMETRÍA viene de las palabras (antropo-y-metría). f. Tratado de las proporciones y medidas del cuerpo humano (2001, p. 115). A partir de esta definición, se puede señalar que estudia todas las medidas corporales. Sin embargo, se pueden derivar diferentes conceptos para los distintos cam-

pos del conocimiento. Mondelo, un teórico de la ergonomía, la concibe como una norma que describe las diferencias cuantitativas de las medidas corporales, que examina las dimensiones tomando como referencia los puntos anatómicos y sirve como herramienta a la ergonomía con objeto de adaptar el entorno de los seres humanos. Desde el contexto ergonómico, investiga los tamaños del cuerpo para adaptar la máquina, sillas y en general el entorno de trabajo a las dimensiones del trabajador(a), y de esta manera darle diversas aplicaciones para conformar los recursos ideales a fin de que se lleve a cabo y se desarrolle el trabajo de una manera eficiente y humana (Ramírez, 2000, p. 53).

De igual manera, la estructura física corporal determina las limitaciones para desempeñar un trabajo eficiente y seguro del sistema hombre-máquina. Ya que éstas residen en la capacidad de la persona, operario(a), para utilizar los segmentos y proporciones del cuerpo humano. Para ello, es necesario el estudio de todas las dimensiones corporales, ya sea estático o funcional. Con el mismo propósito las mediciones aportan los datos necesarios para adaptar la máquina y el asiento al individuo con el fin de diseñar los sistemas que adapten las capacidades físicas del trabajador.

En cuanto a las variables antropométricas es una característica propia del cuerpo humano que se puede cuantificar, definir y expresar en una unidad de medida. Las variables rectas se definen como puntos de referencias que pueden ubicarse en el cuerpo. Los puntos pueden ser de dos tipos: esqueléticos-anatómicos y las referencias virtuales, que se definen como las distancias máximas y mínimas de un punto a otro. Estas variables están influidas por factores y componentes como son: la edad, el género, el grupo étnico de origen, la actividad física, la nutrición, el ambiente, la genética, la cultura y el contexto socioeconómico. La elección de las variables debe estar relacionada con los objetivos que persigue la investigación. El número de las variables descrito por la litera-

tura es grande; por ejemplo, se han descrito hasta 2.200 variables para el cuerpo humano. Estas variables pueden ser lineales (alturas o distancias), anchuras, longitudes y circunferencias; otras variables pueden ser los pliegues cutáneos para evaluar la grasa corporal (Masali, 1998, p. 29.26).

Es importante tener en cuenta en estas investigaciones los puntos anatómicos y antropométricos, ya que es básico para las mediciones que se pueden localizar visualmente o al tacto. Para la descripción se utilizan puntos precisos que sirven de referencias y que permiten identificar las medidas (Lapuzina, 2002, p. 5). Por lo tanto, existe un número importante de puntos somatométricos, aunque algunos se utilizan para otros tipos de investigaciones; en este caso incluiremos los básicos y los de aplicabilidad a nuestros objetivos, como serán las medidas antropométricas con criterios ergonómicos que a continuación sugerimos:

Vértex (es el punto más alto en la línea media sagital, cuando la cabeza está orientada en el plano horizontal de Frankfurt). (Lapuzina, 2002, p. XXIX). Acromión (es el punto más lateral o externo superior de la apófisis acromial del omóplato). (Mondelo, 2002, p. 94). Radial (es el punto en la interlínea húmero-radial sobre la cara externa del brazo). (Lapuzina, 2002, p. XXIX). Estilión (es el punto más distal del proceso estiloides del radio). (Lapuzina, 2002, p. XXIX). Dactilión (es la punta del dedo medio a la punta más distal del tercer dedo dígito). (Roos, 2000, p. 282). Iliocrestailíaca (es el punto en el borde superior más externo de la cresta iliaca). (Comas, 1983, p. 643). Trocateriano (trocánter) (es el borde superior del trocánter más sobresaliente del fémur). (Comas, 1983, p. 643). Tibial lateral (articula en la descripción del tibial medial, está situado en el extremo lateral de la cabeza de la tibia). (Esparza, F., Alvero, J., Aragónes, Ma., Cabañas, Ma., Canda, A. 1993, p. 46). Esfiriión (maléolo) (el maléolo externo es el punto más distal del maléolo peroneo y es más distal que el esfiriión tibial). (Ross, 2000, p. 283).

Al diseñar antropométricamente una máquina, una herramienta, un asiento, un puesto de trabajo con controles de distintas formas, tomamos uno de tres supuestos:

Primero: que el diseño sea para una persona. Segundo: que sea para un grupo de trabajadores.

Tercero: que sea para una población de trabajadores numerosa (Mondelo, 2000, p. 65).

Inicialmente, se debe analizar con mucha atención los métodos de trabajo; si no son óptimos, posteriormente debemos rediseñarlos. La recomendación para el análisis es la siguiente: los métodos de trabajo que existen en el puesto, las posturas, los movimientos, su frecuencia y las fuerzas. Así mismo, es de vital importancia la frecuencia de atención y manipulación de los dispositivos informativos y sus controles. La ropa y equipo de uso personal y otras características del puesto de trabajo. (Mondelo, 2000, p. 66). Los puntos mencionados nos sirven para hacer el análisis y selección de las dimensiones que se deben considerar para el estudio.

Mondelo sugiere que existan reglas para tomar decisiones sobre las relaciones de las distintas mediciones del trabajador y los objetos, con la finalidad de adoptar una correcta relación. Por ejemplo, una silla: el asiento deberá estar a la altura del piso, que posibilite apoyar los pies cómodamente en él, dejando libre de presiones la región poplíteica que se ubica entre la pantorrilla y el muslo, ya que la circulación sanguínea se afecta cuando esto ocurre. De igual manera sucede con las sillas; por ejemplo, si es rígido no debe sobrepasar la altura subescapular en posición sedente y el respaldo debe permitir el confort del cóccix sin presionarlo, por lo que se recomienda que el respaldo inicie a partir de la cintura hacia arriba (Mondelo, 2000, p. 66).

Para diseñar un puesto de una persona, se deberán tomar las medidas antropométricas del individuo. Si fuesen para cinco trabaja-

dores, habrá que medirlos a los cinco para hacer el diseño. Para estos casos, se tiene que examinar los principios para el diseño que son los siguientes:

- a. El diseño para extremos: este principio para los usuarios extremos se utiliza en algunos casos para máximos y en otros para mínimos, según la dimensión considerada. Se utiliza el máximo y el mínimo cuando la dimensión debe permitir la actividad a todas las personas, independientemente del confort, presupuesto y otros aspectos. Por ejemplo: la anchura del asiento debe diseñarse para la máxima anchura de las caderas de las personas del grupo, para que todas puedan sentarse cómodamente según su tamaño. En general, no se emplean estrictamente el máximo y el mínimo sino el percentil 5 y el percentil 95 de los valores máximos por cuestiones económicas ([www. bibliotecnica.ups.es](http://www.bibliotecnica.ups.es)).
- b. El diseño ajustable (adaptable) determinadas características de implementos deberían ser preferentemente adaptables, con el fin de que puedan acomodarse a los trabajadores de diversos tamaños. Es el tipo de diseño que se realiza cuando se requiere que cada operadora de un puesto de trabajo adapte las medidas con las que tiene que trabajar, de forma que le permitan la máxima seguridad y confort en las diferentes operaciones. Este diseño es el apropiado, por lo que la operaria ajusta el objeto a su medida, a sus necesidades. Pero, sin embargo, es el más costoso, por el mecanismo de ajuste (Mondelo, 2000, p. 68).
- c. El diseño para el promedio: en varias ocasiones se ha hablado del hombre "medio", del hombre característico; este es un concepto artificial, no existe. En antropometría humana, hay pocas personas a las que realmente podríamos calificar como "medios" en todos y cada uno de sus aspectos (Mc. Cormic, 1980, p. 244). Se aplica excepcionalmente cuan-

do por problemas prácticos no son aplicables los otros dos principios, puesto que el promedio deja afuera un gran número de operarias o usuarios. La aplicación de este diseño impediría que las personas por encima de la media pudieran realizar algunas actividades correctamente. Por ejemplo: si la altura del asiento de una silla está diseñada para una población cuya altura poplítea promedio es de 350 milímetros, todas aquellas personas con una altura poplítea menor a 350 milímetros, no llegarán con los pies al piso, con la invariable incomodidad debido a la reducción del riesgo sanguíneo por debajo de la rodilla ([www. bibliotecnica.ups.es](http://www.bibliotecnica.ups.es)).

Por otro lado, vamos a ver los aspectos del puesto de trabajo; según la norma ISO 6385, el espacio de trabajo es “el volumen asignado a una o varias personas, así como los medios de trabajo que actúan conjuntamente con él (o ellos) en el sistema de trabajo para cumplir la tarea” (Farrer, V.F., Minaya, G., Niño, J. 1995, p. 191). En los estudios de Farrer de 1995, dice que un buen diseño de un buen puesto de trabajo deberá ser de acuerdo al espacio correcto y la disposición equilibrada de los medios de trabajo, donde la operaria no tenga que hacer esfuerzos con movimientos inútiles o inapropiados. Un puesto de trabajo que ajuste con la trabajadora debe buscar un bienestar y confort óptimo al combinar los factores de las máquinas, mesas, sillas adecuadas y una disposición lógica de sus componentes (materia prima, herramientas, un buen ambiente laboral y un diseño anatómico y posición segura de las partes manipulables y de los controles).

Por otra parte, las personas que trabajan de pie asumen una postura natural, ya que se da una distribución uniforme de la gravedad del cuerpo y de la tracción muscular, lo que permite condiciones favorables para la observación, el desplazamiento y la coordinación sensomotora. Su contrapeso es que es más fatigante que la posición sentada.

Ramírez recomienda que las mejores posturas laborales de pie no debieran ser de larga duración (Ramírez, 2000, p. 146). Al trabajar de pie se presentan algunos problemas como pueden ser los músculos de las pantorrillas, ya que al estar contraídos durante largos periodos, presentan cansancio (fatiga). Asimismo, induce a dolores de espalda, inflamación de las piernas, problemas de circulación sanguínea, llagas en los pies y cansancio muscular ([www. sócrates.berkeley.edu](http://www.socrates.berkeley.edu)). (Programa de Salud Laboral. Universidad de California Berkeley, p. 54, 55).

Los puestos de trabajo sedente tienen más ventaja que trabajar de pie, ya que reducen la carga muscular estática, por lo que disminuye el consumo de energía (menor gasto calórico). Así mismo, pueden llevar a tareas finas, sutiles y de mayor precisión. De igual forma, disminuyen la presión hidrostática en la circulación de las extremidades inferiores; el peso del cuerpo se trasfiere a través de distintas partes del mismo. Por otra parte, estar sentado por mucho tiempo produce efectos dañinos para la salud, como la mala circulación sanguínea, aflojamiento de los músculos abdominales y disfunción de ciertos sistemas, como el digestivo y el respiratorio. Del mismo modo, se presenta inflamación de la bolsa localizada en las tuberosidades isquiáticas. Esta se puede presentar después de permanecer sentado durante horas en una silla horizontal en una superficie dura, ocasionando la patología llamada “bursitis de sastre o de tejedor” (Pansky, 1998, p. 506). Lo recomendable es manejar al máximo la posición sentada, alternando con la postura de pie (Ramírez, 2000, p. 146, 147).

Cuando nos planteamos un estudio de un puesto de trabajo en la posición sentado, nuestra utilidad se centra en que, una vez determinada la comunicación entre los elementos de trabajo, se observan una serie de aptitudes, que se pueden considerar al menos favorables o beneficiosas para el operario (a) que ocupa el puesto. Veamos ahora unas sugerencias que pueden ser de gran beneficio; mantener la columna vertebral (es-

palda), y conservar la cabeza, tronco, brazos y manos dentro de unos márgenes. Con ello evitaremos que los músculos que mantienen dicha posición estén sometidos a una contracción isométrica prolongada. Mantener una posición correcta del sacro, piernas y pies. De esta forma alcanzamos que los muslos y pies apoyen uniformemente, no aumentando así la presión de apoyo resultante del peso corporal en ninguna zona localizada. Estas disposiciones nos van a servir de guía para saber que existe una adaptación de confort del puesto de trabajo, donde entran en juego varios factores (Farrer y colaboradores, 1995, p. 339). De igual forma, estar sentado se debe considerar como una situación dinámica y no estática del cuerpo humano. En la postura sedente el 75% del peso corporal se trasmite a través de las tuberosidades isquiáticas (son dos prominencias del hueso que forman el punto más bajo de la pelvis) hasta el asiento. Las presiones pueden ser de 6 a 7 kg/cm² al nivel de la zona y de 2 a 4 kg/cm² en la superficie de la piel. Estos niveles de presión pueden causar fatiga e incomodidad y exigen a veces cambios de posturas para mejorar las molestias.

El permanecer sentado durante jornadas largas, como ya se mencionó, tiene efectos negativos para el ser humano, como por ejemplo: puede producir isquemia por el efecto sobre el sistema sanguíneo, impidiendo la circulación en las zonas corporales localizadas. Según Farrer y colaboradores, las diferentes formas de posturas que se observan cuando los seres humanos están sentados y la actividad muscular que se registra en todo el cuerpo, inclusive cuando la persona parece estar en reposo. Esto nos demuestra que estar sentado no es estático como se reconoce comúnmente. Así mismo, se dan cambios en la postura sentada de forma inconsciente en los que el cuerpo busca un equilibrio que alivie el sistema muscular y esto, a la vez, incrementa el grado de confort (Farrer y colaboradores, 1995, p. 340).

Es importante mencionar que para la altura en los puestos de trabajo sedente en las me-

sas, sillas y bancos de trabajo, se deben tomar en cuenta la variabilidad y las dimensiones anatómicas de las trabajadoras. Excluyen evidentemente el que se establezca una altura única y universal, apropiada y adaptada para las superficies de trabajo. Sin embargo, teniendo en cuenta la estructura del cuerpo humano y la biomecánica, puede manifestarse a favor de un criterio; es decir, que la superficie de trabajo (la situación de los artefactos u objetos que deben utilizarse continuamente) debe estar a un nivel tal que los brazos alcanzarán a colgar de una forma relativamente natural. Y como dice Floy y Roberts, debe existir una relación satisfactoria con la superficie de trabajo. Esto significa que el antebrazo debería mantenerse aproximadamente horizontal o ligeramente inclinado hacia abajo cuando se realizan las tareas manuales más simples. Cuando la superficie de trabajo exige que la parte superior del brazo quede más alta que la altura del codo en su posición relajada, las cantidades metabólicas del trabajo tienden a aumentar (Tichauer. En: Mc. Cormic, 1980, pp. 249, 250).

Por otro lado, el plano de trabajo depende de dos factores; el primero es la altura de la mesa y el segundo factor es la altura de los elementos que intervienen en el trabajo. Estos valores varían en menor medida de una mesa con altura generalmente fija y de elementos de trabajo con los que vamos a estudiar. A partir de estos datos tendremos que ajustar las alturas de los asientos. Ahora, el plano de trabajo se define como la altura de la superficie en la cual la trabajadora manipula los diferentes elementos de trabajo. Está relacionado con las actividades que debe desarrollar la operaria, ya sea un trabajo de precisión, liviano, moderado o pesado. También, está asociado con el ángulo visual, con el alcance de los miembros superiores y el alcance de los miembros inferiores. Así como las características de los elementos manipulados en cuanto al tamaño, forma y peso. Esto constituye una fuente de riesgo en la medida que promueve los movimientos antigravitacionales o fuera de

las zonas de alcances y posturas inadecuadas que generan mayor gasto energético y por ende fatiga. Los planos de trabajo contienen los elementos que normalmente utilizan las trabajadoras, por contacto directo (manos y pie) o visual. En principio, se podría decir que el plano de trabajo coincide con el plano de la mesa de trabajo, pero, sin embargo, hay que añadir las dimensiones de los objetos o dispositivos que deben analizarse, como serían las máquinas, equipos u otras herramientas de trabajo. Por eso, es conveniente conocer las dimensiones de las piezas que se van a procesar en cada tarea. Otro factor es el tipo y característica del puesto de trabajo a ejecutar; la minuciosidad y la precisión requieren un plano de trabajo más cerca de los ojos. (Farrer y colaboradores, 1995, p. 195).

Igualmente, los datos antropométricos proporcionan información valiosa directamente para las alturas de los planos de trabajo en las posturas de pie, según el criterio que aplica. La altura de la persona determina la altura del plano de trabajo para una tarea considerada normal, que no requiere aplicación de fuerzas ni que esta sea una labor minuciosa. Por ejemplo, en una población laboral en la que la media es de 170 centímetros, la altura del plano de trabajo sería de 98 centímetros. Sin embargo, por la dispersión de las medidas antropométricas de una población ese plano de trabajo sólo es válido para las personas que midan 170 centímetros, valor que no se da con toda probabilidad en ninguna de las trabajadoras. No obstante, ese valor es el que mejor se ajusta a la mayoría de los individuos considerados. Si se quiere regular la altura del plano de trabajo, los límites máximos y mínimos se deben calcular de tal forma que este abarque el 95% de las trabajadoras.

Para un trabajo minucioso se debe elevar de 10 a 20 centímetros, según los casos de los puestos. Para un trabajo con fuerza o pesado, el plano se debe disminuir desde el valor normal obtenido por el gráfico unos 10, 20 o 30 centímetros, según la aplicación y

magnitud del esfuerzo. Esto proporcionará la posibilidad de actuar más eficazmente y con mayores movimientos de los músculos y huesos. Es decir, mayor número de cadenas cinéticas (Farrer y colaboradores, 1995, pp. 196, 197).

Todas las trabajadoras tienen características antropométricas variables, no todas tienen las mismas proporciones, tamaños, alturas y formas. En este sentido, al estudiar los procesos productivos de una empresa, que requiere alguna actividad humana, es preciso que todas las características anatómicas, que no son susceptibles de ser cambiadas, se tengan en consideración durante el diseño de los puestos de trabajo.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Antecedentes

Los problemas que abordan la ergonomía y su interés por la productividad de las empresas parten de un conjunto de factores como son las instalaciones e infraestructura, el diseño de los entornos y de los puestos de trabajo, la maquinaria y equipo, con los cuales presentan problemas frecuentes. Con frecuencia, al planear la creación de una empresa, no se considera en el apropiado diseño de las instalaciones siguiendo criterios ergonómicos, por lo cual a corto plazo hay que reinvertir más recursos para reestructurarla (ACOPI-I.S.S. 1998. p. 7).

Adicionalmente, la ergonomía, que estudia la interacción hombre-máquina entorno, se apoya en la antropometría, técnica aplicada para medir las dimensiones y características anatómicas del cuerpo humano. Esta técnica tiene como objetivo medir, conocer y evaluar las dimensiones, tamaños, proporciones, fuerzas, alturas, longitudes, anchuras y alcances. La antropometría es un componente importante y complementario de la ergonomía, aporta criterios necesarios para el diseño de los elementos de uso humano, particularmente para las estaciones de trabajo

en el sector industrial. Esta información resulta fundamental para el diseño de puestos de trabajo.

Otra dificultad encontrada es la transferencia de tecnología, como se señala en el estudio de ACOPLA, 95:

Las máquinas que utilizan las empresas, en una gran proporción, son de origen extranjero, lo que se traduce en muchos casos, en dificultades para su manejo, pues los trabajadores deben hacer esfuerzos innecesarios para observar mostradores y para manipular los diferentes controles (Estrada, E., Camacho, J., Restrepo, Mt., Parra, C. 1995. p. 12).

Por otro lado, un documento elaborado por el Departamento de Medio Ambiente, Seguridad Social, Salud Ocupacional (MASSSO, 1995), muestra que en el estudio de las condiciones de trabajo, salud y medio ambiente, en el sector metalmecánico el origen del diseño y fabricación de la maquinaria, procedente de otros países, no contemplan los aspectos anatómicos y el conocimiento e instrucción de los operarios. Confirmado nuevamente por el estudio realizado por el Instituto del Seguro Social, titulado "Vigilancia epidemiológica para accidentalidad en los sectores de metalmecánica y de maderas de empresas afiliadas al I.S.S. en cinco ciudades de Colombia 1997", el cual afirma que "Las características antropométricas de la población colombiana no han sido incorporadas dentro de los elementos de trabajo" (I.S.S. ARP. 1998, p. 90).

Por su parte, García (2002), en su libro titulado "La ergonomía desde la visión sistemática", diserta sobre la problemática y la escasa investigación existente referente a la transferencia de tecnología. Señala lo siguiente:

Que los problemas que se presentan por la inadecuación o el desajuste de las medidas antropométricas. Si la máquina importada a Latinoamérica ha sido fa-

bricada, por decir algo, en los Estados Unidos, seguramente los trabajadores empezarán a presentar problemas de inadecuación ergonómica (mala postura, alcances extremos, etc.). (García, 2002, p. 62).

Y como lo dice el autor, las malas posturas ocasionan desórdenes de trauma acumulado y de patologías osteomusculares en la población laboral. Por otra parte, las medidas antropométricas de la población estadounidense no son iguales a la población latinoamericana y menos para la población trabajadora colombiana. Así mismo, se han formulado soluciones a dichos problemas; Álvarez (1998) plantea lo siguiente en cuanto a normas de salud ocupacional:

El sistema de riesgos profesionales ha permitido crear disposiciones gubernamentales para desarrollar o favorecer la investigación, aportando nuevos conocimientos en cuanto al comportamiento y perfil de las enfermedades profesionales, en el momento en que el entorno y el ambiente laboral se relacionan con la interacción hombre-máquina, generando la producción de sobre esfuerzos que ocasionan una disminución de la productividad, alteraciones en el sistema osteomuscular, ausentismo laboral, accidentes y pérdidas económicas (Álvarez, 1998, p. 12).

Por esta razón, es importante contar con datos antropométricos para el diseño y rediseño de los puestos de trabajo. Debido a que no existen suficientes estudios sobre antropometría aplicada a los trabajadores del subsector de autopartes, se hace necesario y justificable recolectar dicha información. Como se puede apreciar en los estudios, la mayoría de las máquinas y equipos adquiridos por las empresas son fabricados en otros países. Estos son en el siguiente orden: Estados Unidos, Alemania, Italia, Japón, Israel, Taiwán, China, Corea del Sur, Suiza, Reino Unido, Suecia, Francia, España, México y Brasil (Bancodelx, 2003). En efecto, Colombia todavía depende en gran parte de maquinarias industriales importadas de otros

países, las cuales vienen al país diseñadas y adaptadas a las características físicas-anatómicas de otras poblaciones diferentes a la nuestra. Esto dificulta el adecuado manejo, operación, posturas y el control de los procesos productivos.

En las fuentes documentales en proceso de revisión, no se localizó suficiente información sobre estudios antropométricos con criterios ergonómicos en la población de trabajadores del sector metalmecánico, específicamente en el subsector de autopartes. Como ya se sustentó, la antropometría es una técnica sencilla y de bajo costo, práctico, válida y aplicable para el estudio que realizamos en este grupo de trabajadoras. Así mismo, es una técnica subutilizada en las prácticas profesionales e investigaciones del área de la ergonomía. Por esta razón antes mencionada, se espera realizar en un futuro, un perfil antropométrico con criterios ergonómicos, identificando los principales problemas ergonómicos del subsector de autopartes.

A continuación se plantea la pregunta del planteamiento del problema:

¿El diseño y fabricación de las máquinas que utilizan las operarias son de origen extranjero y no contemplan las dimensiones antropométricas. Lo que dificulta su operación y manejo, generando mayores esfuerzos y hábitos posturales inadecuados?

¿De qué manera los puestos de trabajo, máquinas, mesas y sillas corresponden al perfil antropométrico de las operarias?

OBJETIVO

Se evaluó a través de medidas antropométricas un grupo de trabajadoras de una empresa del subsector de autopartes, que permitió establecer criterios ergonómicos para la selección de las dimensiones adecuadas para el diseño de los puestos de trabajo en dicha empresa.

METODOLOGÍA

Con estos objetivos se trabajó para la realización de la evaluación ergonómica y antropométrica del grupo de trabajadoras de esta empresa, complementándola con la información de las encuestas. Se seleccionó el lugar donde se efectuó el estudio que fue una empresa de autopartes localizada en la ciudad de Bogotá, D.C. Se contó con la colaboración de las directivas y de los responsables de la planta. Ya que esto permitió el acceso a las instalaciones, con el propósito de conocer el proceso de producción y las actividades de las operarias. Antes de iniciar las encuestas y mediciones antropométricas, se reunió al personal laboral y a los jefes de área para explicar y sensibilizar a las operarias, con los objetivos establecidos en el cronograma del proyecto. El tipo de estudio fue descriptivo, se realizó en la planta de producción de la empresa. El universo de estudio fueron las operarias de la planta de producción, incluyendo todos los puestos de trabajo.

Métodos e instrumentos para la recolección de la información

Se diseñaron y aplicaron encuestas para las siguientes recopilaciones: identificación de los puestos de trabajo, las dimensiones de las máquinas, mesas y bancos de trabajo. Entrevistas sociodemográficas y finalmente se aplicó una ficha antropométrica. En la definición y selección de la metodología para las medidas antropométricas con criterios ergonómicos, se seleccionaron de acuerdo a las observaciones y a la actividad de cada operaria. Las medidas que se seleccionaron fueron de pie y sedente.

Equipos e instrumentos de medición

Se utilizó un antropómetro hecho en México, compuesto de tres segmentos en forma tubular cuadrado de aluminio. Con una capacidad de medida de 2100 mm. Dividido en tres segmentos, con dos ramas transversas. Una báscula digital marca micHealth,

con pantalla L.C.D., con una precisión de 100 gramos y con un peso máximo de 150 kilogramos. Un compás de ramas rectas largas, con un rango de medida de 0-700 mm. Un compás de ramas cortas, con un rango de medida de 0-400 mm. Un banco para la toma de mediciones de estatura sentado. Un dinamómetro hidráulico de mano, con un rango de medidas de 0 a 90 kilogramos, marca BASELINE, fabricado en INC. IRVINGTON, N.Y. U.S.A. Una cinta métrica metálica plana, de tres metros con graduación en cms. Marca 3m UNIQFLEX. Un computador, una impresora HP (Hewlett Packard) láser Jet 1020. Un escritorio, una silla, fichas antropométricas. Material de oficina (papelería, lápices, tablas planilleras y cosedora).

Descripción de las medidas tomadas y la técnica utilizada

El objetivo que persigue la antropometría es obtener datos e información antropométrica de una persona, grupos o poblaciones, con un mínimo de errores en la toma y el registro de los datos. Las mediciones manuales continúan siendo confiables (los resultados son más exactos y precisos), aunque demandan más trabajo en equipo y tiempo. A continuación describiremos algunas las medidas utilizadas y sus técnicas:

1. Peso: se tomó sin zapatos y con ropa. La medida se registró en kilogramos. 2. Talla (estatura): se tomó con las mujeres descalzas, en posición de firme y de pie, con los talones juntos y las puntas de los pies separados, la cabeza orientada en el plano horizontal de Frankfort, con los brazos relajados paralelos al cuerpo y las palmas de las manos hacia adentro. Esta medida se tomó con el antropómetro desde el punto más alto de la cabeza (vértex) hasta el piso (Ávila, 1993, p. 157). La estatura define la "verticalidad que se requiere en puestos de trabajo de pie". (www.galeon.com). 3. Diámetro biacromial: es la distancia entre ambos acromiales. Se tomó con el compás de ramas largas; la trabajadora se ubicó de espalda para facilitar y

observar los puntos anatómicos; para facilitar la medida, se posiciona en posición firme con la columna vertebral en extensión y los brazos descansando paralelos al tronco. 4. Altura de ojo-piso: es la distancia desde el eje horizontal que pasa por el centro de la pupila del ojo, hasta la superficie del piso. La toma se realizó con el antropómetro. Esta medida define el centro para la ubicación de partes visuales (www.galeon.com). 5. Alcance vertical máximo a nudillos: es la distancia vertical medida desde los pies en el piso, hasta el dedo medio cuando la mano derecha se encuentra empuñada y la extremidad superior levantada. Se toma con el antropómetro. Define la altura óptima para ejercer fuerzas de palancas en máquinas. (www.galeon.com). 6. Altura codo-piso: es la distancia vertical desde el piso hasta el codo (epicóndilo), el brazo deberá permanecer paralelo a la línea media del tronco y el antebrazo deberá estar a un ángulo de 90°. La medida se toma con el antropómetro. Define la referencia para determinar y calcular las alturas de trabajo (www.galeon.com). 7. Estatura sentada: se tomó en un banco, colocando a la operaria con el tronco extendido, la cabeza en el plano de Frankfort y con los pies apoyados en una superficie. La medida se tomó con el antropómetro. Esta medida es requerida entre los asientos y los obstáculos sobre la cabeza (www.galeon.com). 8. Altura plano asiento-ojos (exocantion): es la distancia vertical desde la altura del asiento, hasta el punto más externo lateral del ojo. 9. Altura plano asiento-ángulo omóplato (subescapular): se tomó en posición sedente en un banco; esta medida es una distancia vertical que se mide desde el ángulo inferior de la escápula hasta el plano del asiento. Se tomó con el antropómetro. 10. Altura plano asiento-acromial: se midió a la altura del acromion al plano del asiento. La trabajadora se sentó en posición erecta hacia el frente, con las rodillas en ángulo recto (Martínez, G., Millán, H., 2002, p. 29). 11. Altura piso-hueco poplíteo: se toma desde la superficie del piso al ángulo externo de la fosa poplíteo, hasta la parte posterior de la rodilla. La distancia es vertical

desde el piso al ángulo poplíteo del tendón bicipital femoral, donde se inserta en la parte baja de la pierna. La operaria se colocó sentada con las piernas flexionadas formando un ángulo de 90°. Esta medida se toma con el antropómetro. Esta medida es muy importante ya que la elevación idónea asegura el confort de los miembros inferiores y permite determinar la altura de la superficie de los asientos, que a su vez determina la altura de la superficie de trabajo (Panero, 1987, p. 79). 12. Altura plano asiento al codo (olécranon): se midió la distancia vertical desde la superficie del asiento hasta la parte más baja del codo. Esta medida es para definir la altura del apoya-brazos (Martínez, 2002, p. 29). 13. Anchura máxima de caderas: se tomó en una posición sedente; esta medida es una distancia horizontal al nivel de la cadera. Se coloca las ramas rectas del calibrador a ambos lados de las caderas. La medida se tomó con el calibrador de ramas largas. 14. Distancia sacro (glúteo)-poplíteo: esta medida es la distancia horizontal medida desde el punto correspondiente a la depresión poplíteo de la pierna, hasta el plano vertical situado en la espalda de la trabajadora; el muslo deberá estar en una posición horizontal y formando un ángulo de 90° con la pierna y el tronco. La medida se tomó con el antropómetro. 15. Distancia sacro (glúteo)-rodilla: es la distancia horizontal medida desde el vértice de la rodilla (rótula), hasta el punto vertical situado en la parte inferior (sacro) en la espalda de la trabajadora. La medida se toma con el muslo en posición sedente horizontal y formando un ángulo de 90° con las piernas y el tronco. 16. Anchura máxima de la mano. El ancho de la mano se tomó a través de los puntos lineales de los huesos metacarpianos (Martínez, 2002, p. 29). 17. Longitud (largo de la mano): se midió desde la base de la mano (primer pliegue) a la punta del dedo medio (dactilion). (Martínez, 2002, p. 25). 18. Dinamometría de la mano derecha. 19. Dinamometría de la mano izquierda. Todas las medidas se efectuaron al lado derecho del cuerpo. Es importante comentar que las medidas fueron tomadas por una persona y registradas por

otra para ratificarlas. Además se preguntó la edad y lugar de nacimiento (ver ficha antropométrica).

Análisis de la información

Para el proceso de los datos estadísticos se aplicó el paquete estadístico S.P.S.S. versión 12, *Statistical Package for Social Sciences* (Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales). El procedimiento que se siguió para el proceso estadístico fue el siguiente: primeramente se recopiló la información de los datos y se organizó en papel milimétrico. Después se pasó a introducir los datos más sobresalientes al computador en un archivo para trabajar con el programa SPSS. Posteriormente, se interpretaron los resultados que fueron los más significativos que a continuación se presentan (Luna del Castillo, J. de D., Femia, P., Martín, A., Miranda, Ma., Requena, F. 2005, p. 11).

RESULTADOS

Se midieron 33 operarias de sexo femenino, de una empresa de autopartes. La media de la edad fue de 40,3 años. La media del peso fue de 59,2 kilogramos. Y la estatura fue de una media de 152,6 centímetros (ver cuadro 1). El lugar de nacimiento más frecuente fue Bogotá, D.C. con el 45,5% y con el 24,2% de Cundinamarca. El 84,8% no tienen pausas y en cuanto a la rotación el 57,6% si la tienen, en cambio el 42,4% no tienen rotaciones.

En las encuestas se encontró que el 93,9 % se fatiga (cansancio) durante la jornada laboral. Debido a que el banco (sillas), es incomodo, sin ángulos de confort, sin espalda, alturas bajas en relación con la altura del hueco poplíteo y con asientos de madera. Las mesas de trabajo tienen alturas menores al plano de trabajo. Otras de las causas del cansancio fueron estar sentado todo el día y permanecer de pie en sus actividades laborales.

FICHA ANTROPOMÉTRICA CON CRITERIOS ERGONÓMICOS

No. _____ Fecha _____ de _____ 2007

Nombre _____

Edad _____ meses Lugar de nacimiento _____

- 1. Peso Kgs.
- 2. Estatura mm.
- 3. Diámetro biacromial mm.
- 4. Altura de ojos-piso mm.
- 5. Alcance vertical máximo a nudillos mm.
- 6. Altura a codo-flexionado a piso mm.
- 7. Alcance horizontal a nudillos mm.
- 8. Alcance acromial-dactilión (dedo medio de la mano) mm.

MEDIDAS SEDENTE

(Medidas en el banco)

- 9. Estatura sentado mm.
- 10. Altura plano asiento-ojos (exocantion) mm.
- 11. Altura plano asiento-ángulo omóplato (subescapular) mm.
- 12. Altura plano asiento-acromial mm.
- 13. Altura piso-hueco poplíteo mm.
- 14. Altura plano asiento al codo (olécranon) mm.
- 15. Altura plano asiento al muslo mm.
- 16. Anchura máxima de caderas mm.
- 17. Distancia codo-nudillos mm.
- 18. Distancia sacro (glúteo)-poplíteo mm.
- 19. Distancia sacro (gúteo)-rodilla mm.
- 20. Anchura máxima de la mano mm.
- 21. Longitud (largo de la mano) mm.
- 22. Dinamometría de la mano derecha Kg.
- 23. Dinamometría de la mano izquierda Kg.

Observaciones

.....

Cuadro 1. Medidas antropométricas con criterios ergonómicos. Cuadro de resultados.

No.	MEDIDAS	MEDIA	MIN.	MÁX.	P 5	P 50	P 95
1	EDAD	40.3	21.2	56.1	22.6	41.7	55.6
2	PESO	59.2	48.1	85.5	48.3	56.4	77.3
3	ESTATURA	152.6	142.5	160.0	145.6	151.3	159.9
4	A. BIACROMIAL	35.1	31.0	38.1	32.4	35.2	37.4
5	ALT. OJO PISO	140.5	130.2	148.6	133.6	140.1	147.9
6	ALT. VERT. MÁX. NUDILLOS	181.0	170.4	193.6	172.2	179.9	193.3
7	ALT. CODO PISO	91.6	83.8	101.5	84.3	91.2	100.5
8	ALC. HORIZ. NUDILLO	67.0	60.0	72.8	61.6	67.6	70.8
9	ALC. ACROM. DACTILIÓN	69.6	60.1	86.3	61.4	67.1	86.0
10	ESTATURA SENTADO	81.1	77.3	86.7	77.3	81.0	85.8
11	ALT. ASIENTO OJOS	69.9	66.2	89.9	66.3	68.5	79.9
12	ALT. ASIENTO OMÓPLATO	41.5	37.5	46.5	37.8	40.9	45.9
13	ALT. ASIENTO ACROMIAL	52.5	50.0	59.4	50.1	52.0	58.0
14	ALT. PISO POPLÍTEO	38.0	34.4	41.4	35.0	38.0	40.7
15	ALT. ASIENTO CODO	19.6	14.6	26.4	15.3	19.1	25.3
16	ALT. ASIENTO MUSLO	11.5	9.9	13.4	9.97	11.4	13.3
17	ANCH. MÁX. CADERAS	38.4	33.1	45.0	33.8	38.0	44.3
18	DISTANCIA CODO NUDILLOS	32.8	29.7	35.0	29.8	33.0	35.0
19	DISTANCIA SACRO POPLÍTEO	47.5	42.6	52.9	43.2	47.4	52.2
20	DISTANCIA SACRO RODILLA	55.0	50.9	59.5	51.3	55.0	58.2
21	ANCH. MÁX. MANO	9.2	8.1	10.2	8.3	9.2	10.1
22	LOG. DE MANO	16.4	15.2	17.7	15.4	16.5	17.5
23	DINA. MANO DERECHA	27.2	13	35	16.5	27.0	34.3
24	DINA. MANO IZQUIERDA	25.9	16	34	16.0	26.0	33.3

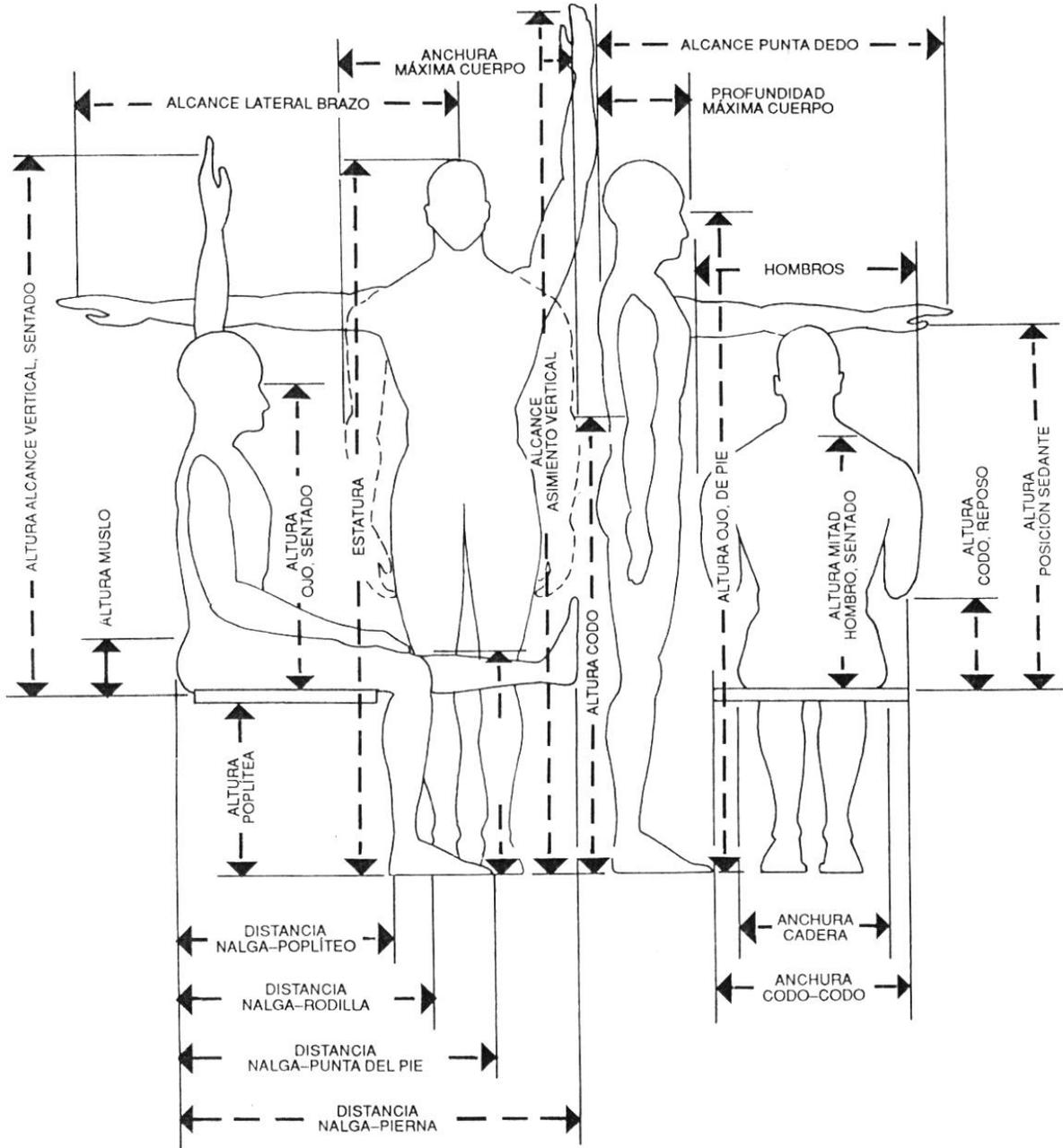
Referencia: Trabajo de campo. 2007.

(Las medidas están en centímetros y la dinamometría de ambas manos en kilogramos)

Las medidas de tendencia central (media) y de posición (percentiles) de cada una de las variables antropométricas se muestran en el cuadro 1. (ver medidas antropométricas con

criterios ergonómicos). En la figura número 1. se pueden observar las dimensiones estructurales de los diferentes segmentos que se midieron a las trabajadoras (ver Figura 1).

Figura 1. Medidas estáticas de los diferentes segmentos (ver cuadro 1).



CONCLUSIONES

La ergonomía es una ciencia interdisciplinaria joven que tiene grandes retos y campos de acción para los profesionales de la salud y otras áreas interesadas en diferentes sectores. Contar con información antropométrica estática coadyuva a compensar los requerimientos ergonómicos en el diseño de los puestos de trabajo. Los puestos inadaptables pueden ocasionar riesgos ergonómicos; los datos recopilados en el estudio nos permiten un primer acercamiento para generar propuestas. Unas de las recomendaciones del estudio, dados los resultados obtenidos sobre los principales problemas ergonómicos y todos aquellos factores que inciden sobre el grupo de trabajadoras de la empresa, son:

1° Diseñar sillas con ajustes de diferentes alturas de la superficie de los asientos de acuerdo a los percentiles P 5 35.0 cm. y P 95 40.7 cm. para que el respaldo tenga ángulos adecuados respecto a la espalda y un buen confort. Esto con la finalidad de evitar posturas forzadas de la espalda, el cuello y los brazos. En cuanto al respaldo de las sillas, la altura deberá estar entre los percentiles P 5 37.8 y P 95 45.9 cm. En relación con el diámetro de caderas, permitirá a las trabajadoras ajustar la anchura de la superficie de los asientos y las medidas recomendables son para el P 5 33.8 y para el P 95 44.3 cm. Otra medida importante es la distancia sacro (glúteos) al punto poplíteo. Esta medida va a determinar la profundidad del asiento, que estaría entre el P 5 43.2 y el P 95 52.2 cm. Y en cuanto a la distancia sacro (glúteos) al punto de la rótula (rodilla), la medida adecuada para este grupo sería en el P 5 51.3 cm. y P 95 58.2 cm. Esta distancia será para separar la parte posterior del asiento de cualquier obstáculo físico, máquinas u otro elemento que se encuentre en la parte frontal de las rodillas de las operarias.

2° Diseñar las mesas con diferentes graduaciones según la altura ideal del plano de trabajo. Las recomendaciones para las alturas de las mesas serían de acuerdo al percentil;

P 5 84.3 cm., P 95 100.5 cm., con el fin de hacer mejoras en el trabajo, contribuyendo a optimizar los puestos para una mayor satisfacción y bienestar de las trabajadoras.

3° Las técnicas aquí propuestas de las mediciones pueden contribuir para distintas investigaciones en la antropometría laboral ya que se requiere ampliar los estudios antropométricos con aplicación a la ergonomía y unificar los criterios teniendo en cuenta las características de los grupos laborales de este subsector. Y así, poder comparar las mediciones con diferentes grupos de otros sectores productivos y establecer tablas antropométricas adecuadas con referencias apropiadas para aplicarlas al diseño de puestos de trabajo, sillas, mesas, vestimentas, herramientas y máquinas.

En conclusión, en el incremento de las transferencias de tecnologías, las maquinarias, los instrumentos, herramientas, entre otros aspectos en el proceso productivo característico del sistema global, suelen estar diseñados para poblaciones con determinadas características anatómicas. Por lo anterior es de vital importancia adaptarlas a las dimensiones de grupos específicos de la industria colombiana, para hacer más eficiente el sistema ergonómico, es decir, un equilibrio entre el hombre-máquina y el espacio de trabajo. Para ello, es necesario desarrollar amplias bases de datos antropométricos sobre dicha población trabajadora, labor que aún está por iniciar.

REFERENCIAS

ACOPI-I.S.S. (1998). Bogotá, Colombia.

ÁLVAREZ, R. (1998). *Manual Guía*. Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. I.S.S. Bogotá, D.C. Colombia.

ÁVILA, R., PRADO, L., GONZÁLEZ, Elvia (1993). *Dimensiones antropométricas de población latinoamericana*. Universidad de Guadalajara. México.

- BANCODELX (2003). (Comunicación personal).
- BESTRATÉN, M., CAVARÍA, R., HERNÁNDEZ, A., LUNA, P., NOGAREDA, C., ONCIS, M. (1994). *Ergonomía*. Instituto Nacional e Higiene en el Trabajo. Barcelona, España.
- COMAS, J. *Manual de Antropología Física*. (1983). Universidad Nacional Autónoma de México (U.N.A.M.). México, D.F.
- CORTÉS, M. (2002). *Seguridad e Higiene del trabajo. Técnicas de Prevención de Riesgos Laborales*. Alfaomega. México, D.F.
- ESTRADA, J., CAMACHO, J., RESTREPO, Mt. y PARRA, CM. (1995). *Parámetros Antropométricos de la Población Laboral Colombiana*. ACOPLA 95. Instituto de Seguro Social. Medellín, Colombia.
- ESPARZA, F., ALVERO, J., ARAGONES, Ma., CABAÑAS, Ma., CANDA, A. (1993). *Manual de Cineantropometría*. Grupo Español de Cineantropometría. (GREC), FEMEDE. Madrid, España.
- FARRER V. F., MINAYA, G. GILBERTO y NIÑO J. (1995). *Manual de Ergonomía*. Fundación MAPFRE. España.
- GARCÍA, Gabriel. (2002). *La ergonomía desde la visión sistémica*. Universidad Nacional de Colombia. Unibiblos. Bogotá, Colombia.
- INSTITUTO DE SEGURO SOCIAL. ARP. (1998). *Condiciones de Salud en el Trabajo*. Sector Siderúrgico Metalmecánico. Santafé de Bogotá. Colombia.
- LAPUZINA. P., AIELLO, H. (2002). *Manual de antropometría normal y patológica*. Editorial Masson, S.A. Madrid, España.
- LUNA DEL CASTILLO, J. de D., FEMIA, P., MARTÍN, A., MIRANDA, Ma., REQUENA, F. (2005). *Introducción al manejo del programa SPSS 12.0*, Madrid, España.
- MARTÍNEZ, G., MILLÁN, H. (2002). "Determinación del perfil antropométrico en una empresa metalmecánica". *Revista Latinoamericana de la Salud en el Trabajo*. 3 (1), 25-31.
- MASALI, M. *Antropometría*. (1998). Editorial Chantal Dufrense. BA. O.I.T.
- MC. CORMICK. ERNEST J. (1980). *Factores humanos en Ingeniería y Diseño*. Editorial Gustavo Gili, S.A. Barcelona, España.
- MERCADO, J.L. (1995). De los "Human Factors" a la ergonomía. Telefónica Investigación y Desarrollo, S.A. *Unipersonal*. 8 (9), 1-5.
- MONDELO, R.P., GREGORI, E., BARRAU, BOMBARDO P. (2000). *Ergonomía I. Fundamentos*. Alfaomega, grupo editor, S.A. de C.V. Tercera edición. Bogotá, D.C. Colombia.
- MONDELO, R.P., GREGORI E., GONZÁLEZ, O., GÓMEZ, Á. (2002). *Ergonomía 4. El trabajo en oficinas*. Alfaomega. Grupo editor, S.A. de C.V. México, D.F.
- PANERO, J., ZELNIK, M. (1987). *Las dimensiones humanas en los espacios interiores*. Editorial Gustavo Gili, S.A. México, D.F.
- PANSKY, B. (1998). *Anatomía Humana*. Editorial McGraw-Hill. Interamericana. Primera edición. México, D.F.
- PIÑEDA, A. (2007). *Ergonomía y antropometría aplicada con criterios ergonómicos en puestos de trabajo en un grupo de trabajadores del subsector de autopartes en Bogotá, D.C. Colombia*. Corporación Universitaria Republicana. Bogotá, D.C. Colombia.
- RAMÍREZ, C. (2000). *Ergonomía y productividad*. Editorial Limusa, S.A. de C.V. México, D.F.
- ROOS y MARFELL-JONES. (2000). "Cineantropometría". En: *Evaluación fisiológica del deportista*. Editorial, Paidotribo. Barcelona, España.
- www.bibliotecnica.ups.es
- www.galeon.com
- www.sócrates.berkeley.edu
- www.itosn.mx