

Perfil antropométrico de la población del estado de Chihuahua

Ana Gabriela Vázquez Salinas¹, Gabriel Ibarra Mejía¹, Antonio Guerra Jaime¹

¹Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

Resumen

El presente estudio pretende elaborar un perfil antropométrico de la población del estado de Chihuahua, expresado en tablas antropométricas por grupo etario y sexo, con las dimensiones corporales más utilizadas en la evaluación y diseño ergonómico de mobiliario, herramientas y estaciones de trabajo industrial y empresarial. La meta del proyecto es integrarlo a otros estudios para crear el perfil antropométrico de la población mexicana dividido por zonas (norte, centro y sur). Utilizando una técnica estandarizada, se determinarán las dimensiones antropométricas de una muestra de la población para grupos etarios (3 a 5 años, 6 a 11 años, 12 a 14 años, 15 a 17 años, 18 a 24 años y 18 a 65 años). Se elaborará una matriz de análisis para realizar el análisis estadístico, se realizarán pruebas de normalidad, además de generar medidas de tendencia central, de dispersión, percentiles (5, 50 y 95) y finalmente generar cartas antropométricas que servirán de guías para ser utilizadas por los diseñadores de las estaciones de trabajo, herramientas y mobiliario, y de este modo ofrecer diseños adecuados para la población que los utilizará, evitando que sufran accidentes o lesiones de tipo músculo esquelético, ahorrando a las empresas los gastos que estas conllevan.

Palabras clave: Antropometría, perfil antropométrico, variabilidad.

Introducción

Antecedentes

El bienestar, la salud, la satisfacción, la calidad y la eficiencia en la actividad de las personas dependen de la correcta interrelación existente entre los múltiples factores que se presentan en sus espacios vitales y las relaciones que establecen con los objetos que los rodean (Mondelo, Gregori, Blasco, & Barrau, 2001). Según Grieco (1986) citado por Gouvali & Boudolos (2006) una de las principales preocupaciones de la ergonomía es que el equipo de trabajo debería diseñarse de acuerdo con los principios de la antropometría, biomecánica e higiene, esto debería ayudar a reducir los accidentes y los

síndromes por repetitividad, a fin de promover la productividad. Algunas de las áreas del conocimiento que proporcionan herramientas a la ergonomía son la ingeniería cognitiva, biomecánica, macro ergonomía y antropometría.

Según Grandjean (1980) citado por Bridger (1995), los datos antropométricos son necesarios en ergonomía para especificar las dimensiones físicas de las estaciones de trabajo, equipo personal, muebles, máquinas, herramientas, aparatos y ropa con el fin de adaptar la tarea al hombre. Por lo tanto es posible que al incorporar información antropométrica en el diseño de las estaciones de trabajo se generen diseños

más eficaces, fáciles de usar y seguros, lo que conllevaría a un mayor rendimiento y productividad (Klamklay, Sungkhapong, Yodpijit, & Patterson, 2008).

En las investigaciones reportadas por el grupo de ergonomía de la Universidad de Guadalajara, en el libro Dimensiones Antropométricas: Población Latinoamericana (Ávila, Prado, & González, 2007), se muestran resultados antropométricos de la población del Distrito Federal, Guadalajara, Jalisco y León, Guanajuato, ciudades que son del centro de México, sin embargo estos datos antropométricos no pueden generalizarse para todo el país. El libro de Ávila et al (2007) también contiene una pequeña muestra de mujeres trabajadoras de la frontera de México con Estados Unidos de América. Asimismo se han realizado pequeños estudios en Ciudad Juárez, pero el tamaño de la muestra no ha sido suficientemente grande para considerarlo como representativo de la población, ya que en la mayoría de ellos solo se ha tomado en cuenta a la comunidad universitaria y el sector manufacturero, como los trabajos de Bustillos y Hernández (1999) y Liu, Sánchez-Monroy y Parga (1999), dejando olvidados a los demás niveles educativos y al resto de la comunidad. Aunque el entorno escolar representa el medio ambiente de trabajo para millones de niños y niñas, no ha atraído la atención adecuada de los ergónomos (Gouvali & Boudolos, 2006). Además la variabilidad de la población de Juárez hace difícil la selección de una muestra adecuada que sea representativa. Por esta razón al diseñar las estaciones de trabajo se utilizan las medidas

antropométricas de otras poblaciones o simplemente no se toma en cuenta la antropometría.

La utilidad de las tablas antropométricas está en la posibilidad de realizar diseños óptimos para los diversos usuarios, de tal forma que la gran mayoría de las personas puedan hacer uso de ellos, claro está que siempre habrá casos especiales de personas que pueden ser muy pequeñas o muy grandes que necesitarán de diseños especiales.

Planteamiento del problema

Al realizar un diseño de mobiliario, herramientas o estaciones de trabajo, es importante tomar en cuenta las dimensiones antropométricas de la población a la que esté dirigido, uno de los principales problemas para lograr realizar esto, es que en México no se cuenta con datos antropométricos de la población. Se conoce que un diseño pobre en una estación de trabajo ocasiona disminución en la productividad laboral y lesiones innecesarias en el lugar de trabajo (Das & Sengupta, 1996) como consecuencia de que las personas llegan a asumir posturas incómodas o ejercer mayor esfuerzo con el fin de compensar las diferencias en las dimensiones del cuerpo (Liu, Sánchez-Monroy, & Parga, 1999), lo que conlleva a pérdidas económicas para la compañía.

Objetivos

Elaborar un perfil antropométrico de la población del estado de Chihuahua, expresado en tablas antropométricas por grupo etario y sexo, con las dimensiones

corporales más utilizadas en la evaluación y diseño ergonómico de mobiliario, herramientas y estaciones de trabajo industrial y empresarial, para generar guías que puedan ser utilizadas por los diseñadores de las estaciones de trabajo, herramientas y mobiliario, y de este modo ofrecer diseños adecuados para la población que los utilizará, con el fin de evitar los daños producidos por un mal diseño.

- Seleccionar a conveniencia de los centros educativos y empresas a medir.
- Identificar centros educativos y empresas.
- Conseguir permisos para tomar mediciones.
- Estandarizar el método de mediciones.
- Reclutar equipo de antropometristas.
- Entrenar equipo de antropometristas.
- Tomar mediciones antropométricas de la población para cada grupo etario (3 a 5 años, 6 a 11 años, 12 a 14 años, 15 a 17 años, 18 a 24 años y 18 a 65 años).
- Analizar estadísticamente los datos.
 - Generar una matriz de análisis.
 - Calcular estadísticos de la muestra.
- Generar guías de diseño para cada grupo etario y sexo.
 - Elaborar tablas antropométricas de la población.

Pregunta de investigación

¿Cuál es el perfil antropométrico de la población del estado de Chihuahua?

Justificación

Los datos antropométricos confiables y los procedimientos técnicos de la Ergonomía son consideradas herramientas poderosas disponibles hoy para la adecuación dimensional óptima de los productos de diseño para el hombre (Ávila, Prado, & González, 2007). Asimismo, toda fuente de trabajo debe realizar actividades tendientes a la prevención de riesgos laborales, con las consecuentes ventajas de la producción y la productividad, y aunado a esto alcanzar así un mayor bienestar social, que se refleja en la economía en general y de la propia empresa en particular (Muñoz, de la Vega, Lopez, Ortiz, & Lucero, 2009).

Los datos antropométricos de la población del estado de Chihuahua ayudarán en el diseño de las estaciones de trabajo, mobiliario y herramientas para dicha población. Logrando de este modo el principio ergonómico de adaptar la actividad y las instalaciones a las capacidades y limitaciones de los usuarios, evitando que sufran accidentes o lesiones de tipo músculo esquelético, y ahorrando a las empresas los gastos que estas conllevan.

Alcances y Limitaciones

A partir de este proyecto se generarán tablas de referencias antropométricas divididas por grupo etario y sexo, para la población del estado de Chihuahua. Las muestras estarán formadas por individuos voluntarios de cada grupo etario. Los voluntarios deben ser

como mínimo segunda generación nacida dentro del estado de Chihuahua.

Variables

De acuerdo a la literatura, se identificaron 35 dimensiones corporales como las más frecuentemente utilizadas en la evaluación y diseño ergonómico de productos de consumo, puestos y estaciones de trabajo.

Se realizó la identificación de cada una de ellas con base en los lineamientos establecidos en la Conferencia Hertzberg (Hertzberg, 1968), y a las recomendaciones de los expertos en la materia (Roebuck, Kroemer, & Thomson, 1981), (Croney, 1971), (Pheasant, 1996) (Dreyfuss & Associates, 1993), (Roebuck, 1995), (Damon, Stoudt, & McFarland, 1971). Dichas dimensiones se describen a continuación.

1. Peso.- Es la masa total del sujeto, medida con báscula clínica en kilogramos y con una precisión de 100 gramos.
2. Estatura total.- Distancia vertical máxima del vértex al suelo, estando el sujeto de pie con la cabeza orientada al plano de Frankfort. Se mide en milímetros con un antropómetro.
3. Altura al ojo (exocantion).- Distancia comprendida del exocantion del ojo izquierdo, al suelo, estando el sujeto de pie con la cabeza orientada conforme al plano de Frankfort. Se mide en milímetros con un antropómetro.

1. Altura al hombro.- Distancia comprendida entre la parte más alta de la curvatura del hombro y el piso, estando el sujeto de pie. Se mide en milímetros con un antropómetro¹.
4. Altura al codo flexionado.- Longitud comprendida entre la cara inferior del olécranon y el piso con el antebrazo flexionado a 90 grados, estando el sujeto de pie. Se mide en milímetros con un antropómetro.
5. Altura al nudillo.- Distancia del suelo al punto medio del nudillo del dedo anular. Sujeto parado en posición normal, su brazo caído libremente en forma relajada. Se mide en milímetros con un antropómetro.
6. Altura a la rodilla.- Distancia del suelo al punto medio de la rótula, sujeto de pie en posición normal. Se mide en milímetros con un antropómetro.
7. Alcance máximo vertical.- Es la distancia máxima a la que llega el nudillo del dedo medio con el brazo derecho completamente extendido hacia arriba con el cuerpo pegado a la pared. Se toma con una cinta métrica pegada a la pared a partir de 1 m. del piso. Se mide en milímetros con un antropómetro.

¹Se prefiere ésta dimensión sobre la de altura de acromion, ya que ése punto se localiza más abajo de la parte más alta de la curvatura del hombro, y es más útil para aplicar criterios y principios ergonómicos.

8. Alcance brazo frontal.- Es la distancia comprendida entre la pared y el nudillo medio de la mano derecha, con el brazo horizontal dirigido al frente en un ángulo de 90° respecto al tronco. Se toma con el antropómetro vertical colocándolo en la pared, estando el sujeto con la espalda pegada a ésta. A ésta medida se le resta la profundidad del tórax para obtener el alcance real. Se mide en milímetros con un antropómetro².
9. Alcance brazo lateral.- Es la distancia entre el punto supraesternal y el nudillo del dedo medio del brazo derecho, extendido lateralmente en forma paralela al piso. A ésta medida se le resta posteriormente, la mitad de la anchura del tórax para conocer el alcance real del brazo. Se toma con el antropómetro vertical, colocando el 0 en el punto supraesternal. Se mide en milímetros con un antropómetro.
10. Anchura máxima bideltoidea.- Es la distancia máxima entre los dos puntos deltoides. Se mide en milímetros con un antropómetro.
11. Anchura del tórax.- Distancia entre los puntos más laterales del tórax a la altura de las tetillas. Se mide en milímetros con un antropómetro.

²En base a nuestra experiencia, es más confiable ésta forma de medición, ya que la localización de otros puntos anatómicos en el hombro se dificulta por la posición del mismo brazo.

12. Profundidad del Tórax.- Es la distancia entre la pared y la parte más sobresaliente del tórax, en sentido antero-posterior, estando el sujeto recargado contra la pared. Se toma más o menos a la altura de las tetillas. Se mide en milímetros con un antropómetro.
13. Profundidad máxima del cuerpo.- Es la distancia entre la pared y la parte más sobresaliente del cuerpo, en sentido antero-posterior, estando el sujeto recargado contra la pared. Se mide en milímetros con un antropómetro.
14. Anchura Codo-Codo.- Distancia entre las partes más externas de los codos, manteniendo los brazos pegados al cuerpo y los antebrazos a 90°. Se mide en milímetros con un antropómetro.
15. Longitud del brazo.- Distancia entre la parte más alta y externa de la curvatura del hombro y la parte más baja del codo, con el antebrazo a 90°. Se mide en milímetros con un antropómetro.
16. Longitud del antebrazo.- Distancia entre la parte más posterior del codo y la punta del dedo medio, estando el antebrazo a 90° respecto al brazo. Se mide en milímetros con un antropómetro.
17. Profundidad de la cabeza.- Distancia de la glabella al opistocráneo. Se mide en milímetros con un antropómetro.

18. Anchura de la Cabeza.- Distancia horizontal entre los dos puntos eurios. Se mide en milímetros con un antropómetro.
19. Longitud de la cara.- Distancia vertical entre la glabella y el gnation. Se mide en milímetros con un antropómetro.
20. Anchura de Mano.- Distancia entre la parte más externa de la región del carpo en el lado del dedo meñique y el punto más externo del dedo pulgar, cuando está flexionado contra la palma de la mano. Se mide en milímetros con un antropómetro.
21. Longitud mano.- Distancia desde el pliegue de la muñeca y la punta del dedo medio (dactilión III). Se mide en milímetros con un antropómetro.
22. Longitud palma mano.- Distancia desde el pliegue de la muñeca hasta el pliegue de la articulación metacarpo-falángica del dedo medio. Se mide en milímetros con un antropómetro.
23. Diámetro de empuñadura.- Distancia máxima del círculo formado por los dedos pulgar y medio tocándose las puntas se mide a través de un cono de empuñadura en milímetros.
24. Longitud del pie.- Distancia entre el punto más externo y posterior del talón (pternio) y la punta del dedo más sobresaliente, cualquiera que sea, del pie derecho. Se mide en milímetros con un antropómetro.
25. Anchura del pie.- Distancia entre los puntos más laterales de la planta del pie en la zona de la articulación metatarso-falángica, del pie derecho. Se mide en milímetros con un antropómetro.
26. Anchura del talón.- Distancia entre los dos puntos más laterales del talón derecho, estando el sujeto de pie con su peso sobre los dos pies. Se mide en milímetros con un antropómetro.
27. Altura normal (sentado).- Es la longitud máxima del vértex al asiento con el sujeto sentado normal, con la cabeza orientada al plano de Frankfort. Se mide en milímetros con un antropómetro.
28. Altura al Omóplato sentado.- Distancia del asiento al vértice inferior del omóplato. Se mide en milímetros con un antropómetro.
29. Altura al codo (sentado).- Es la longitud comprendida entre la cara inferior del olécranon y el asiento, con el antebrazo flexionado a 90 grados. Se mide en milímetros con un antropómetro.
30. Altura del muslo sentado.- Es la distancia vertical del asiento a la zona donde el muslo adquiere su mayor elevación. Se mide en milímetros con un antropómetro.
31. Altura a la rodilla sentado.- Es la distancia del punto más alto de la curvatura de la rodilla al piso,

estando el sujeto sentado. Se mide en milímetros con un antropómetro.

32. Altura poplítea.- Es la distancia comprendida desde el suelo hasta el punto poplíteo con el sujeto sentado normal. Se mide en milímetros con un antropómetro.

33. Longitud nalga-poplíteo.- Es la distancia mayor comprendida de la parte más posterior de la nalga

(glúteo) y el hueco poplíteo (punto poplíteo) con el sujeto en posición sedente. Se mide en milímetros con un antropómetro.

34. Anchura de caderas (sentado).- Es la distancia máxima comprendida entre la parte más lateral a nivel de la nalga-muslo de un lado hasta el punto contrario con el sujeto en posición sedente. Se mide en milímetros con un antropómetro.

Revisión de Literatura

Ergonomía

De acuerdo con su definición la ergonomía se encarga del diseño de los sistemas en los que la gente lleva a cabo el trabajo. Su nombre viene de las palabras griegas “ergon” trabajo y “nomos” leyes (Bridger, 1995). Su objeto de estudio lo constituyen las relaciones hombre-objeto-entorno, cuyos objetivos están enfocados a la optimización de la eficiencia de la acción humana (Ávila, Prado, & González, 2007).

Antropometría

La palabra antropometría significa medición del cuerpo humano, y se deriva de las palabras griegas “anthropos” hombre y “metron” medir (Bridger, 1995). La antropometría es la rama de las ciencias humanas que se ocupa de las medidas del cuerpo: específicamente de medidas tales como el tamaño corporal, la forma, fuerza y capacidad de trabajo (Pheasant, 1996), con el fin de establecer diferencias entre los

individuos y grupos (Panero & Zelnik, 2012).

Variabilidad Antropométrica

Es notable como la estatura y otras dimensiones de una persona cambian de la infancia a la adolescencia, además de variar entre un individuo y otro. Los seres humanos son variables (en dimensiones, proporciones y forma, así como en todas las otras características), y el diseño de máquinas, equipos, herramientas e incluso muebles para un usuario-medio requiere una comprensión de esta variabilidad (Pheasant & Haslegrave, 2006). Algunos estudios han comprobado como efectivamente la estatura de las personas cambia a cada edad (Wickens, Lee, Liu, & Gordon, 2004). En el trabajo publicado por Wickens et al. (2004), en el que presenta los datos recabados por Roche y Dávila (1972) y por VanCott y Kinkade (1972) se indica que la estatura se incrementa hasta una edad que oscila de 20 a 25 años. Por otro lado en el mismo trabajo de Wickens se muestran los resultados de

los estudios realizados por Trotter y Gleser (1951) y VanCott y Kinkade (1972) y dicen que la estatura comienza a disminuir a la edad de 35 a 40, siendo esta disminución de estatura más pronunciada en las mujeres que en los hombres. A diferencia de la estatura, algunas otras dimensiones del cuerpo como el peso y la circunferencia del pecho puede aumentar hasta la edad de 60 antes de disminuir (Wickens, Lee, Liu, & Gordon, 2004).

Marco Contextual

Según el censo de población y vivienda de 2010 del INEGI el estado de Chihuahua tiene una población de 3 406 465 habitantes, de los cuales 1 713 920 son mujeres y 1 692 545 son hombres. La ciudad de Chihuahua tiene 819 543 habitantes (INEGI).

Metodología

Diseño

El estudio será de tipo cuantitativo, observacional, descriptivo y transversal, se realizará para determinar el perfil antropométrico de la población del estado de Chihuahua. La población será dividida por grupo etario y sexo para tomar muestras de cada uno de los siguientes grupos: 3 a 5 años, 6 a 11 años, 12 a 14 años, 15 a 17 años, 18 a 24 años y 18 a 65 años. Para cada muestra se tomarán las dimensiones antropométricas más utilizadas por los diseñadores, para después capturar y analizar los datos y finalizar generando tablas antropométricas.

Participantes

Las muestras serán a conveniencia y consistirán en participantes voluntarios, en el caso de los menores de edad se necesitará del consentimiento de su padre o tutor, los participantes deberán ser como mínimo segunda generación nacida dentro del estado de Chihuahua.

Antes de realizar la toma de mediciones se leerá y explicará a los participantes una hoja de consentimiento informado que incluirá información sobre el propósito del proyecto y los responsables del mismo, así como la información necesaria sobre el procedimiento, los riesgos, beneficios, sus derechos y la confidencialidad del estudio, finalmente el documento será firmado por el voluntario, el responsable y un testigo.

Materiales y Equipos

- Antropómetro Modelo Martin (UDG) Clarita I Diseño Especial.
- Cono de empuñadura.
- Balanza.
- Software Microsoft® Excel (2013).
- Software Minitab® (2014).

Método

La primera actividad a realizar como parte del proyecto será una certificación en antropometría para asegurar la correcta medición y toma de los datos. Después de esto se realizará una adquisición de información sobre centros educativos en la ciudad de Chihuahua y zona Geoeconómica básica en el INEGI para seleccionar los centros educativos a muestrear. Una vez que se hayan seleccionado los centros educativos se deberán obtener las autorizaciones correspondientes de cada institución y de los padres de familia. Simultáneamente se realizará el reclutamiento de los miembros de los equipos de antropometrías, y estos serán a su vez capacitados en antropometría para la toma de mediciones.

Se realizará una revisión de literatura con el objetivo de conocer que dimensiones antropométricas son las más utilizadas por los diseñadores, se revisarán libros y artículos relacionados a la antropometría para el diseño de mobiliario, herramientas y estaciones de trabajo, una vez que se conozcan dichas dimensiones se creará un formato para realizar el registro de los datos de cada voluntario. Una vez realizado lo anterior se iniciará con la toma de muestras en la ciudad de Chihuahua.

Se tomarán mediciones antropométricas de la población para cada grupo etario y sexo

(3 a 5 años, 6 a 11 años, 12 a 14 años, 15 a 17 años, 18 a 24 años y 18 a 65 años). Para la toma de las muestras se asistirá a los centros educativos y de trabajo con el equipo necesario, un antropometrista y una persona encargada del registro de los datos. Se revisará con cada voluntario la hoja de consentimiento informado, en el caso de los menores de edad las hojas serán firmadas por sus padres o tutores, estas incluirán información sobre el proyecto, los encargados del mismo, riesgos, beneficios, derechos, obligaciones y confidencialidad, después de firmarla el voluntario, el encargado del proyecto y un testigo se procederá a la toma de las mediciones, utilizando la técnica antropométrica de Hertzberg (1968).

Análisis

Al terminar con la toma de mediciones se realizará la captura, revisión, corrección y procesamiento de los datos, estos serán analizados en los software Microsoft® Excel (2013) y Minitab® (2014), primero se elaborará una matriz de análisis para realizar el análisis estadístico, se efectuarán pruebas de normalidad, además de generar medidas de tendencia central, de dispersión, percentiles (5, 50 y 95) y finalmente se generarán cartas antropométricas para cada grupo etario y sexo.

Resultados

La finalidad del proyecto es crear tablas antropométricas divididas por grupo etario y sexo. Estas servirán para que los

diseñadores tengan la información de referencia necesaria con el fin de que realicen un diseño óptimo de estaciones de

trabajo, mobiliario o herramientas de trabajo dirigidas a la población del estado de Chihuahua; a fin de disminuir la gran cantidad de lesiones que son causadas por la incompatibilidad de los usuarios con sus

estaciones de trabajo o mobiliarios, que están diseñados con las dimensiones de poblaciones de otros países. Lográndose de este modo una buena interacción de las personas con sus medios de trabajo.

Referencias

- Ávila, R., Prado, L. R., & González, E. L. (2007). *Dimensiones antropométricas: Población Latinoamericana*. México: CUAAD.
- Bridger, R. S. (1995). *Introduction to Ergonomics*. United States of America: McGRAW-HILL.
- Bustillos, E. V., & Hernandez, P. L. (1999). *Cartas Antropométricas de la Industria Maquiladora en Cd. Juárez*. Ciudad Juárez: Asociación Fronteriza de Medicina Del Trabajo, A.C.
- Gouvali, M. K., & Boudolos, K. (2006). Match between school furniture dimensions and children's anthropometry. *Applied Ergonomics*, 37(6), 765-773.
- Hertzberg, H. T. (1968). The Conference on Standardization of Anthropometric Techniques and Terminology. *American Journal of Physical Anthropology*, 1-16.
- Klamklay, J., Sungkha-pong, A., Yodpibit, N., & Patterson, P. E. (2008). Anthropometry of the southern Thai population. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 38(1), 111-118.
- Liu, W. C., Sanchez-Monroy, D., & Parga, G. (1999). Anthropometry of female maquiladora workers. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 23(2), 273-280.
- Microsoft®. (2013). *Microsoft Excel (365) [software]*. Obtenido de <http://office.microsoft.com/>
- Minitab®. (2014). *Minitab (17) [software]*. Obtenido de <http://www.minitab.com/>
- Mondelo, P. R., Gregori, E., Blasco, J., & Barrau, P. (2001). *Ergonomía 3: Diseño de puestos de trabajo*. México: Alfaomega.
- Muñoz, L., de la Vega, E., Lopez, F. O., Ortiz, B. A., & Lucero, K. (2009). Fuerza máxima de agarre con mano dominante y no dominante. XV Congreso Internacional de Ergonomía SEMAC, 1-16.
- Panero, J., & Zelnik, M. (2012). *Las dimensiones humanas en los espacios interiores*. España: Gustavo Gili.
- Pheasant, S. (1996). *Bodyspace: Anthropometry, Ergonomics and Design of Work*. London: Taylor & Francis.
- Pheasant, S., & Haslegrave, C. M. (2006). *Bodyspace: Anthropometry, Ergonomics and the Design of Work*. USA: CRC Press.
- Wickens, C. D., Lee, J. D., Liu, Y., & Gordon, S. E. (2004). *An Introduction to Human Factors Engineering*. USA: Pearson Prentice Hall.