

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA  
INSTITUTO DE INGENIERÍA

MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS E INGENIERÍA



“ESTUDIO DE ASOCIACIÓN DE VARIABLES DE COMPOSICIÓN  
CORPORAL CON LAS HERNIAS DISCO DE LA REGIÓN LUMBAR, EN  
MEXICALI, BAJA CALIFORNIA”

TESIS PARA RECIBIR EL GRADO DE:

*Maestro en Ciencias*

PRESENTA:

*Adriana Griselda Mateos Valenzuela*

**Director:** Dr. Rafael Villa Angulo

**Co-Director:** Mtro. Manuel Emilio Arráyaes Millán

Mexicali, B.C.

Septiembre de 2017.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, porque sus tiempos son perfectos.

A las personas que me dieron la oportunidad para estar en este lugar. A mi familia por su grandísimo apoyo, en especial a mi mamá, por estar a mi lado en todos mis momentos, secando lágrimas y festejando sonrisas.

A mis amigos y compañeros Mirvana y Nelson, por su paciencia, dedicación y amistad.

A los Dres. Silvia, Rafael y Carlos, por aceptarme en esta etapa de formación.

A Conacyt, por el apoyo económico que brinda y así poder continuar con mis sueños.

A todas aquellas personas que fueron parte de este estudio, en especial a mis alumnos.  
Gracias.

Gracias a la vida por permitirme vivir, esto que no pensé vivir y por rodearme de gente nueva a la cual le puedo aprender.

## **DEDICATORIA**

Para esas tres personitas que se han convertido en adultos Fernando, José y Carlos.

A mi papá, uno más y ya.

# ÍNDICE

Sección	Página
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	
<b>DEDICATORIA</b>	
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	
<b>LISTA DE TABLAS</b>	
<b>I. Capítulo</b>	
1.1 Introducción .....	9
1.2 Columna vertebral.....	10
1.2.1 Disco Intervertebral.....	11
1.2.2 Hernia de disco.....	13
1.2.3 Etiología.....	15
1.2.4 Diagnostico.....	17
1.2.5 Tratamiento.....	17
1.2.6 Prevalencia.....	19
1.3 Análisis de Composición Corporal por Bioimpedancia.....	20
1.3.1 Principio y propiedades bioeléctricas del cuerpo humano.....	21
1.3.2 Análisis bioeléctrico de multifrecuencia directa segmental (MDS-AIB).....	21
1.4 Bioestadística.....	29
1.4.1 Métodos de análisis estadístico.....	30
1.4.1.1 Prueba de $X^2$ de Pearson (Chi-Square).....	30
1.4.1.2 Intervalos de Confidencia.....	31
1.4.1.3 Significancia estadística.....	32
1.4.1.4 El valor $-p$ .....	32

1.4.1.5 Regresión lineal.....	33
1.4.1.6 Razón odds.....	35
<b>II. Capítulo</b>	
2.1 Planteamiento del Problema.....	37
2.2 Objetivo General.....	39
2.3 Objetivos Específicos.....	39
2.4 Hipótesis.....	39
<b>III. Capítulo</b>	
3.1 Desarrollo del trabajo.....	40
3.1.1 Descripción de la población.....	40
3.2 Estructura de la base de datos.....	43
3.3 Análisis estadístico.....	45
<b>IV. Capítulo</b>	
4.1 Análisis de resultados.....	45
4.2 Regresiones logísticas.....	54
<b>V. Capítulo</b>	
5.1 Conclusiones.....	59
<b>Referencias.....</b>	<b>61</b>
<b>ANEXOS</b>	
Anexo I. Cuestionario Perfil Individuo.....	65
Anexo II. Cuestionario IPAQ.....	66
Anexo III. Cuestionario Owstrey.....	67

<b>LISTA DE FIGURAS</b>	<b>Página</b>
Figura 1. Partes de la Columna Lumbar.....	10
Figura 2. Partes del disco lumbar.....	11
Figura 3. Hernia de disco en diferentes etapas.....	13
Figura 4. Imagen de InBody720.....	22
Figura 5. Paso de frecuencias eléctricas a través de la célula.....	23
Figura 6. Proceso de evaluación.....	40
Figura 7. Medición con estadiómetro.....	41
Figura 8. Sujeción y colocación de Inbody.....	42
Figura 9. Gráfica de PCA de Hernia.....	45
Figura 10. Gráfica de PCA de Grado de obesidad.....	47
Figura 11. Gráfica de PCA de Área de Grasa Visceral (AGV).....	49
Figura 12. Gráfica de PCA de IMC.....	51
Figura 13. Gráfica de PCA de Circunferencia abdominal.....	52

## **LISTA DE TABLAS**

## **Página**

Tabla 1. Variables, medias y su desviación estándar.....	44
Tabla 2. Valores significativos en la regresión lineal.....	54
Tabla 3. Razón Odds para hernia de disco lumbar en relación a las variables significantes.....	56

# CAPÍTULO I

## 1.1 Introducción

En el Centro Acuático Universitario UABC, se reciben en los diferentes programas, a personas adultas que buscan activarse físicamente para mejorar su salud, ya sea de manera preventiva o por tratamiento médico.

Los padecimientos más comunes de esta población son los relacionados con la alimentación y el grado de actividad física, esto convirtiéndose en trastornos metabólicos, como puede ser la diabetes mellitus. Enfermedades relacionadas con la degeneración muscular, desgaste en rodillas y hernias en discos intervertebrales a nivel cervical y lumbar, siendo estas últimas las de nuestro interés.

Las hernias de disco son una enfermedad en la que parte del disco intervertebral (núcleo pulpos), se desplaza hacia la raíz nerviosa, presionándola y produciéndole lesiones neurológicas. Esto es desencadenado por lo general por una caída espontánea, un levantamiento de peso brusco o una rotación. Este padecimiento es frecuente entre los 30 y 45 años de edad[1], y existen varios factores de predisponibilidad, como lo son genéticos, ambientales y los relacionados con el estilo de vida del sujeto. Dentro de estos podemos encontrar el sobrepeso y la obesidad, específicamente la grasa corporal.

El sobrepeso y obesidad son un tema de salud pública mundial. En el estado de Baja California el 31.9% de la población adulta (mayor de 20 años) presenta sobrepeso, colocando al estado en séptimo lugar a nivel nacional, mientras que el 39.5% es obesa, (resultados obtenidos en la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) 2012).

Tanto el Índice de Masa Corporal (IMC) (obtenido al dividir el peso (kg) sobre la talla (m)<sup>2</sup>), como la circunferencia abdominal, han sido utilizados como métodos para evaluar el sobrepeso y obesidad. A su vez, los valores elevados de estas mediciones están referidos como factores predisponentes a hernia de disco en región lumbar. También se ha sugerido que factores metabólicos asociados con la obesidad pueden determinar una hernia de disco[2].

Algunas de las limitantes que podemos encontrar con el IMC o la circunferencia abdominal es que estos no pueden determinar la distribución de la grasa corporal, ni la masa muscular. El método de bioimpedancia eléctrica permite obtener estos valores, con lo cual podemos obtener datos más precisos sobre los factores de riesgo que están asociados al padecimiento de hernia de disco lumbar.

## **1.2 Columna Vertebral.**

La columna vertebral está integrada por un conjunto de huesos llamados vertebras, dispuestas una sobre otra logrando una estructura en forma de canal, ofreciendo protección a la medula espinal. Las vértebras están diferenciadas según su localización en 7 cervicales, 12 torácicas o dorsales, 5 lumbares, (las cuales son móviles), 5 sacras y 3 o 4 coccígeas, (estas últimas carecen de movilidad ente ellas).

Entre cada una de las vértebras se encuentra el disco intervertebral el cual brinda flexibilidad y absorción al realizar las diferentes tareas de la vida cotidiana. En la figura 1, se observa la morfología de la columna lumbar y sus diferentes componentes anatómicos.

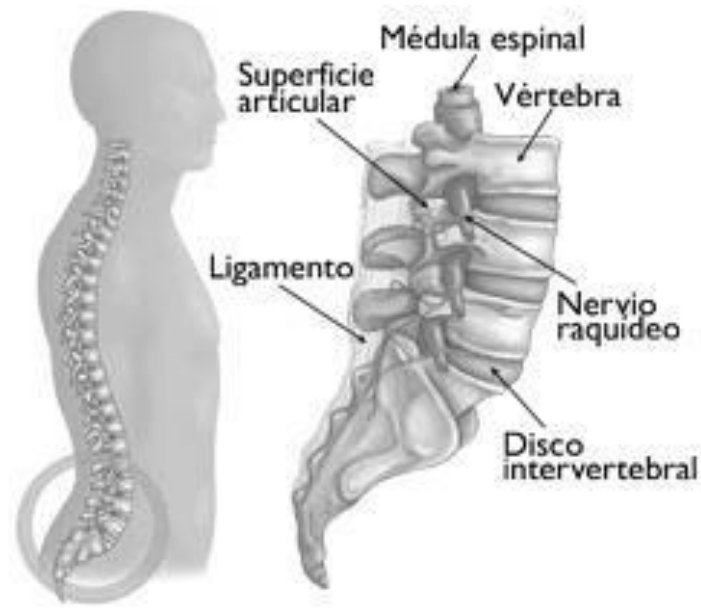


Figura 1. Partes de la columna lumbar.

### 1.2.1 Disco intervertebral

El disco intervertebral normal está constituido por un material gelatinoso llamado núcleo pulposo, y un anillo grueso de cartílago, conocido como anillo fibroso.

Histológicamente los discos están conformados por colágenos y proteoglicanos los cuales están presentes en la matriz extracelular. Los primeros brindan estructura y resistencia a la tensión. Los segundos, están asociados al ácido hialurónico, que son macromoléculas altamente hidratadas, por lo que otorgan resistencia a la compresión [3].

Gracias a las propiedades físicas que otorgan sus componentes los discos, permiten el soporte mecánico, absorción y dispersión de cargas, colaborando con la movilidad del segmento vertebral.

Por su parte, el núcleo pulposo está compuesto por una gran cantidad de agua y fibras de colágena. Permitiendo con esto que en los movimientos se amolde a las tensiones de la columna vertebral. Los discos intervertebrales están conformados por un anillo grueso de cartílago, conocido como anillo fibroso, el rodea el material gelatinoso, denominado núcleo pulposo [4].

La parte externa (anillo fibroso) compuesto de fibras de colágena se encuentran en forma de láminas concéntricas orientadas oblicuamente con respecto a las de la lámina inmediata, brindándole la cualidad de ser extensible, al tiempo que resistente para adecuarse a las fuerzas de tensión y compresión que se producen cuando se mueve la columna vertebral[5].

En la figura 2, se observa componentes de un disco lumbar, el núcleo pulposo que se encuentra en el centro del disco así como el anillo fibroso que se encuentra rodeando al núcleo. La figura presenta la vista superior de una vértebra lumbar.

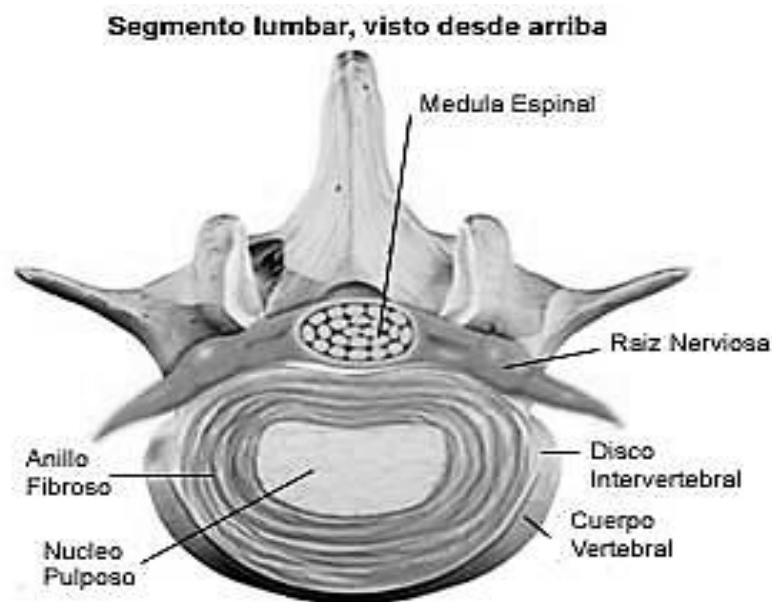


Figura 2. Partes del disco lumbar.

Siendo los discos estructuras avasculares, que se nutren a partir de los capilares sanguíneos de los cartílagos de los platillos vertebrales.

El grosor del disco intervertebral lumbar va aumentando progresivamente desde la el primer espacio intervertebral L1(lumbar 1)-L2(lumbar 2) a L4(lumbar 4)-L5(lumbar 5), adecuándose su tamaño según las tensiones externas que tiene que soportar[5].

### **1.2.2 Hernia de disco lumbar.**

La hernia de disco lumbar es una afección musculo esquelética común. Su relevancia se debe a que es la segunda causa de incapacidad laboral, y durante su evolución puede incidir de manera negativa en la calidad de vida del paciente [6].

Este padecimiento se caracteriza por dolor que se radia de la espalda baja sobre el dermatoma de la pierna del nervio afectado.

Causado por la extrusión del interior del disco intervertebral (núcleo pulposo). Comprimiendo de manera mecánica o debido a la inflamación de la irritación del nervio. Cabe mencionar que no todos los sujetos que presentan herniación del disco intervertebral muestran síntomas [6].

Las hernias de disco lumbar (HDL) se clasifican en relación a la cantidad de material herniado: en protrusión o prolapso, extrusión y secuestro, como se muestra en la figura 3. La protrusión es la expansión localizada del anillo fibroso. La extrusión sucede cuando los restos del núcleo pulposo están aún contenidos por las fibras más externas del anillo o del ligamento vertebral. Y el secuestro se presenta cuando el material nuclear puede salir del complejo anillo-ligamento, perdiendo su conexión con el disco [7].

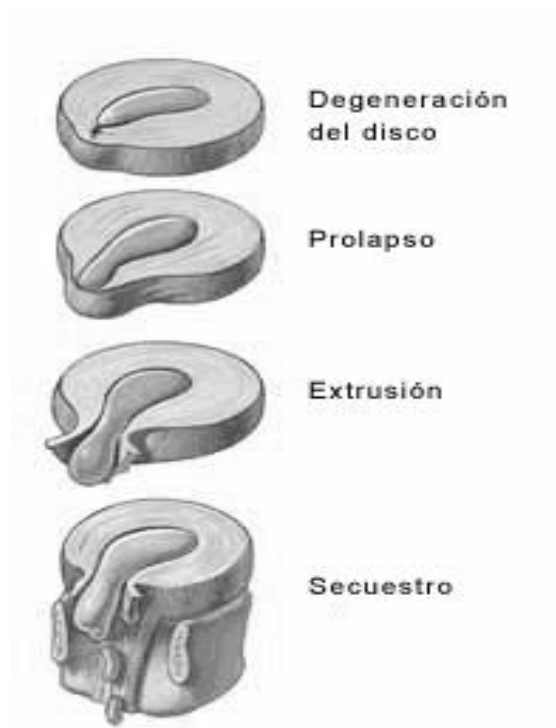


Figura 3. Hernia de disco en las diferentes etapas.

El disco intervertebral debido a su evolución habitual se va degenerando, y su morfología puede mostrar abombamientos simétricos o asimétricos del anillo fibroso, como condición normal. Sin embargo, el abombamiento patológico, se produce por ruptura o flacidez de las fibras oblicuas, perdiendo la resistencia anular, siendo el abombamiento multidireccional.

El siguiente grado de la patología discal es la protusión o prolapso causada por el desgarro radial de las fibras anulares internas. Esta puede comprimir o atravesar el ligamento longitudinal posterior.

El grado consecuente y más frecuente en la región lumbar, corresponde a la extrusión del núcleo pulposo. Donde puede existir compresión de las vainas radicales en su origen y/o en su trayecto [8].

### **1.2.3. Etiología**

La etiología de la hernia de disco es multifactorial, por lo que son un conjunto de causas lo que puede generar y desarrollarla.

Boos N. et al., 1995, señala al padecimiento como un derivado de la interacción de una serie de elementos, individuales y de entorno, cada uno con una participación concreta determinada y con un riesgo relativo.

#### **Edad.**

Con la edad, se presentan cambios en los componentes del disco, tanto en las células, como en el colágeno, los proteoglucanos y la matriz discal.

Debido a la evolución habitual del envejecimiento discal suele haber deshidratación y formación de fisuras en el núcleo pulposo, como resultados de microtraumas “fisiológicos” transmitidos al disco intervertebral, en particular del núcleo pulposo, por la dinámica espinal normal de la deambulación, subir o bajar escaleras, correr o girar la columna vertebral, así como cargar objetos pesados y como consecuencia de aumento de peso corporal[9].

#### **Genética.**

Recientes estudios sugieren que la degeneración del disco, incluyendo la herniación de este y la ciática, tienen una relación primordial con factores genéticos. Esto respaldado por

hallazgos en investigaciones realizadas en gemelos y sus familias los cuales presentan de manera temprana padecimientos de ciática y discos herniados[10][11].

### **Mecánicos.**

Estos factores pueden provocar la degeneración discal u originar la hernia. Estudios demuestran una relación positiva entre dosis-dependiente entre carga ocupacional acumulada, tanto en hombres como mujeres[12].

Los acontecimientos traumáticos pueden causar hernias agudas. Sin embargo, hay tendencias que marcan como hecho excepcional las hernias provocadas por trauma, sin que anteriormente no se presente una degeneración discal[13].

### **Metabólicos.**

Investigaciones como la de Piccirilli M, et al., 2008, señala a la diabetes como factor predisponente en casos de hernias de disco múltiples.

### **Psico-sociales.**

Los pacientes diagnosticados, presentan altos niveles de estrés laboral y menos satisfacción con sus trabajos[14].

### **Otros factores.**

Factores individuales como el tabaquismo, peso corporal, sexo, talla, IMC (índice de masa corporal), sujetos con bajo nivel de estudio, son elementos que también han sido estudiados[15].

#### **1.2.4. Diagnostico**

Como se menciona en la página de la Biblioteca Nacional de Salud de los Estados Unidos (<https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/000442.htm>), el primero paso será el examen físico cuidadoso y el historial clínico, buscando encontrar entumecimientos o pérdida de sensibilidad, reflejos musculares lentos o ausentes, la fuerza muscular, la cual puede ser más débil y observar la postura o forma de la curvatura de la columna. Así como algunas maniobras las cuales al resultar positivas, indican la posible presencia de hernia.

Seguido de esto y para corroborar con mayor exactitud el diagnostico se solicitan ciertos exámenes de imagenología como lo son la electromiografía (EMG), mielografía, resonancia magnética (RM) o tomografía computarizada de la columna vertebral y las radiografías de columna vertebral.

Desde la década de los 80's, en diferentes publicaciones se mostró la utilidad de la resonancia magnética (RM) como primer recurso de diagnóstico junto con las radiografía simple, con reportes de sensibilidad y precisión diagnóstica demostrados en más del 85% de los casos cuando se comparó con los métodos clínicos, la mielografía y la tomografía computada (TC)[16].

#### **1.2.5. Tratamiento**

El dolor y la inflamación dan como resultado espasmos en la musculatura de la espalda baja, derivando a un mayor dolor. Por lo que el tratamiento inicial consiste en periodos cortos de descanso, recurriendo medios físicos como lo es la crioterapia, termoterapia, electroterapia y la cinesiterapia. Con respecto al tratamiento farmacológico lo conveniente es seguir el

método propuesto por la OMS (Organización Mundial para la Salud) la cual consiste en una escalera analgésica según el estado de cada paciente.

El primer escalón consiste en analgésicos menores (AINE, antiinflamatorio no esteroideo), en el segundo, opioide menor solo o acompañado de un AINE y el tercer escalón, opioide mayor solo o acompañado de un AINE. También el uso de relajantes musculares para contrarrestar los espasmos en la espalda, así como medicamentos para disminuir la ansiedad[17].

Es importante que existan cambios en el estilo de vida de los pacientes, si existe sobrepeso es preciso el cuidado en la alimentación, así como en todos aquellos con el padecimiento, la implementación de un programa de ejercicio físico adecuado, donde tenga como principal objetivo el fortalecer la zona del abdomen y la musculatura de la espalda.

La debilidad de los músculos ventrales y dorsales los cuales estabilizan la columna conlleva a un empeoramiento de condición en la región de la espalda baja y las estructuras relacionadas. La importancia del fortalecimiento y flexibilidad de esta área son substanciales para la estabilidad de la espalda. El ejercicio en el agua es un modo de terapia efectivo e idóneo, especialmente para aquellas personas que presentan dificultades de soporte de peso del ejercicio en tierra. Al estar dentro del agua se produce efectos mecánicos especiales como lo son la flotación y la resistencia. Lo que lleva a que la carga de impacto que actúa sobre la columna durante el ejercicio son fácilmente controlados[18].

A su vez, es necesario incorporar a su vida cotidiana la higiene de columna, adoptando posturas, realizando movimientos o esfuerzos de forma que la carga sea para la espalda lo menor posible.

La cirugía es indicada si hay compresión nerviosa confirmada por resonancia magnética o mielografía, persistencia del dolor entre 6 y 12 semanas a pesar del tratamiento no quirúrgico o deficiencia motora progresiva[19].

### **1.2.6. Prevalencia**

La hernia de disco tiene una prevalencia mundial entre 1 y 3 % [20]. La tasa de cirugías para tratar la hernia de disco varía en el mundo, desde 100 por cada 100,000 habitantes (Gran Bretaña), 200 por 100,000 (Suiza), a 450-900 por 100,000 habitantes (EUA) [21] .

En un estudio realizado en el Hospital Juárez de la cd. de México de 100 resonancias magnéticas de columna con diagnóstico de hernia discal, la mayor incidencia fue a nivel lumbar entre L5-S1 (43%); y L4-L5, (37%). El factor género relaciono el sexo femenino con mayor predominio (55%), mientras que el masculino presento el 45%. En relación a la edad, tanto hombres como mujeres tuvieron más hernias en el grupo de 31 a 40 años[22].

En otra investigación en los municipios de Tecate, Rosarito y Tijuana se registraron 3000 trabajadores afiliados al IMSS (Instituto Mexicano del Seguro Social); revisándose los registros de estos, 1070 presentaron incapacidad prolongada, de los cuales 48 tuvieron diagnóstico por medio de resonancia magnética nuclear de hernia de disco cervical o lumbar, siendo la edad promedio de 41.8 años. El 85% fueron mujeres, mostrando hernia de disco lumbar L4-L5 el 46%. El costo promedio en hernias no quirúrgicas es de 13,294 ±

2,907 pesos; mientras que en las quirúrgicas es de  $17,446 \pm 7,209$  pesos. Existen casos en donde los costos son rebasados excediendo totalmente el promedio [19].

Considerando un rango de 142 casos por cada 100,000 habitantes en México, aproximadamente 218,000 individuos requerirán cirugía de hernia de disco[23].

### **1.3 Análisis de composición corporal por bioimpedancia.**

La composición corporal como área de conocimiento posibilita el análisis de las variaciones en los componentes corporales asociados a los procesos de crecimiento, envejecimiento, salud-enfermedad, además de los cambios originados por el balance energético y la actividad física[24].

Siendo así, la composición corporal una herramienta de gran utilidad en áreas como la nutrición, la medicina, la ergonomía, la antropometría física y las ciencias aplicadas al deporte[25].

El análisis de impedancia bioeléctrica (AIB) es un método para evaluar la composición corporal que se fundamenta en la conducción de la corriente eléctrica por los tejidos corporales, la cual es alta en el tejido magro donde se encuentra en mayor proporción los tejidos acuosos y electrolitos y baja, en el tejido graso. La impedancia bioeléctrica es inversamente proporcional al contenido de agua corporal y de masa libre de grasa[26][27].

La AIB mide la resistencia o impedancia del cuerpo a una corriente pequeña, indetectable para el sujeto. Asumiendo que el agua corporal total es una proporción fija de la masa libre de grasa.

Una vez obtenido el valor de la masa libre de grasa se calcula a partir de la diferencia con el peso corporal total[28].

Como todos los métodos indirectos de estimación de composición corporal, la AIB depende de algunas premisas relativas a las propiedades eléctricas del cuerpo, de su composición y estado de maduración, su nivel de hidratación, la edad, el sexo, la raza y la condición física[29].

### **1.3.1. Principios y propiedades bioeléctricas del cuerpo humano.**

La impedancia corporal ( $Z$ ) está en función de 2 componentes o vectores: resistencia ( $R$ ) y reactancia ( $X_c$ ). La  $R$  representa la resistencia de los tejidos al paso de una corriente eléctrica y  $X_c$  es la oposición adicional debida a la capacitancia de esos tejidos y las membranas celulares (llamado componente dieléctrico), dependiendo los valores de la frecuencia de la corriente eléctrica. La reactancia se debe al efecto eléctrico de la carga ofrecida durante periodos cortos, por el componente lipídico de las membranas de la masa celular[29].

La resistencia es proporcional a la longitud del cuerpo (talla o altura) e inversamente proporcional al área de sección (generalmente a los perímetros de los segmentos del tronco y las extremidades)[30].

### **1.3.2. Análisis bioeléctrico de multifrecuencia directa segmental. (MDS-AIB)**

Existen otros medios muchos más precisos y exactos para obtener un análisis de los componentes corporales (ej. DEXA) pero estos son poco accesibles debido a su alto costo y difícil accesibilidad.

La metodología más utilizada para realizar un AIB de cuerpo entero es la tetrapolar, ya que este es más económico, el equipo es de fácil operación y portátil. Utilizando electrodos, a través de los cuales se introduce una corriente midiéndose, entre estos, los valores de impedancia, resistencia y reactancia corporal.

Los métodos utilizados para evaluar la composición corporal consideran al cuerpo humano dividido en compartimientos.

La tecnología MDS-AIB se utiliza en el analizador In-Body 720. Esta técnica asume que el cuerpo humano está compuesto por 5 cilindros interconectados y toma las medidas directas de la impedancia de los diferentes compartimientos del cuerpo. Se utiliza un sistema de electrodo tetrapolar de ocho puntos táctiles. El cual separa las medias de la impedancia del sujeto en tronco, brazos y piernas en seis diferentes frecuencias (1kHz, 5kHz, 50kHz, 250kHz, 500kHz, 1000kHz) para cada segmento del cuerpo.

En la figura 4, se muestra el aparato InBody 720, sus puntos de sujeción y apoyo, así como la postura correcta para estar en él.



Figura 4. Aparato de medición de composición corporal INBODY 720.

El analizador corporal se basa en que el cuerpo se encuentra conformado de cuatro diferentes elementos: Agua corporal total (ACT), proteína, minerales y grasa total. El Agua Corporal Total está separada en intracelular y extracelular.

Diferentes frecuencias se utilizan para predecir el agua intracelular (AIC) y el agua extracelular (AEC).

La corriente eléctrica tiene una fuerza de penetración diferente en función de la frecuencia. Las bajas frecuencias (ej. 1-50kHz) viajan por el flujo del agua de la superficie externa y son incapaces de penetrar la pared celular, midiendo de este modo el contenido de agua fuera de la célula (AEC). Una frecuencia más alta (ej. 250kHz) será para medir el contenido de agua del interior de la célula, ya que penetra la pared celular, como se muestra en la figura 5. Mediante el uso del conjunto de frecuencias diversas, el analizador puede medir el contenido de agua dentro y fuera de la célula por separado.

Además con el uso de varias diferentes frecuencias, se proporciona mayor información sobre la composición corporal debido a que más valores de resistencia se consiguen.

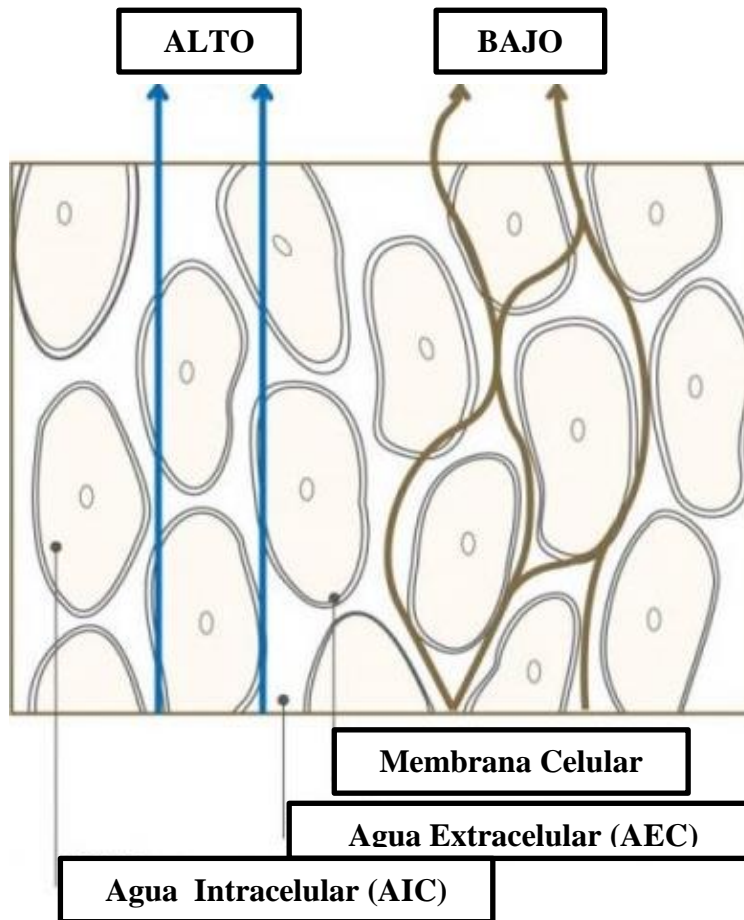


Figura 5. Paso de la frecuencia eléctrica a través de las células.

La masa magra se obtiene del ACT  $(AIC + AEC)/0.73$ . La Masa Grasa se calcula de la diferencia entre el peso total del cuerpo y la masa magra[31].

En el manual de usuario del analizador corporal InBody 720 (Biospace, Co., Corea) se mencionan como el analizador proporciona un informe detallado describiendo las mediciones del individuo de la siguiente manera:

#### a) Datos personales

- Nombre
- Sexo
- Edad
- Altura
- Fecha de nacimiento

#### b) Análisis de Composición Corporal

- Agua intracelular, extracelular y Agua corporal Total

El agua intracelular indica la cantidad de agua que existe dentro de las membranas de las células. El agua extracelular indica la cantidad de agua en el fluido intersticial y la sangre.

$$\textit{Agua total corporal} = \textit{Agua intracelular} + \textit{Agua extracelular}$$

- Proteína

Componente orgánico sólido de nitrógeno se puede encontrar en las células. Las proteínas es uno de los mayores compuestos del organismo junto con el agua en el tejido muscular. La proteína está directamente relacionada con el agua intracelular. La ausencia de proteína indica ausencia de agua intracelular, implicando una nutrición celular pobre.

- Mineral

Estos ayudan a perseverar el cuerpo humano jugando un rol importante en este. El analizador separa dos grupos de minerales: mineral óseo y mineral no óseo. Los primeros se encuentran en los huesos mientras el segundo se encuentra en todas las partes del cuerpo.

El analizador no calcula de manera directa este valor. Si no que lo estima.

- Grasa Corporal Total

Se refiere a la cantidad de lípidos que pueden ser extraídos de la grasa y otras células. La Masa Grasa no se estima de manera directa en este método, se calcula excluyendo la Masa Libre de Grasa del peso total del cuerpo.

$$\text{Masa Grasa} = \text{Peso Total} - \text{Masa Libre de Grasa (MLG)}$$

La Masa Grasa es acumulada debajo de la piel, así como en el abdomen y los músculos.

- Masa Muscular

Este es calculado excluyendo de la Masa Libre de Grasa los minerales que corresponden a la parte ósea.

- Masa Libre de Grasa

Este consiste en el peso de los componentes restantes, una vez excluido la Masa Grasa del peso corporal.

- Peso

El peso corporal corresponde a la suma total de los 4 componentes, agua corporal, proteína, minerales y la masa grasa.

$$\text{Peso} = \text{Agua corporal total} + \text{Masa de proteína} + \text{masa mineral} + \text{masa grasa}$$

#### c) Análisis de Muscular- Grasa

Consiste en la estimación de los valores de tres elementos peso, masa muscular esquelética y la masa grasa corporal.

- Peso
- Masa Muscular Esquelética(kg)

Existen tres tipos de musculo, el cardiaco, el visceral y el esquelético. El esquelético es el que más cambios presenta con el ejercicio. El analizador separa la Masa Muscular Esquelética de la masa magra. Comparando el porcentaje de Masa Grasa Corporal y la Masa Muscular esquelética de cada componente.

- Masa Grasa Corporal (kg)

#### d) Diagnostico de Obesidad

El analizador utiliza el IMC y el Porcentaje de Grasa Corporal para determinar los niveles de obesidad.

- IMC (Índice de Masa Corporal)

La fórmula para obtener esta variable es  $IMC = \text{Peso (kg)} / \text{Altura}^2 \text{ (m}^2\text{)}$ , este se utiliza para aproximar los niveles de obesidad. El método ha sido aplicado en documentos en la medicina general, nutrición y en la medicina deportiva, como diagnóstico de obesidad. Se sabe que este, no es buen indicador en personas adultas de alto rendimiento, niños, en personas mayores de 65 años y mujeres embarazadas. Sin embargo, es un índice comúnmente usado en diversas investigaciones en donde se percibe como método predictor de enfermedades de la edad adulta. Debido a la importancia de esta referencia el analizador Inbody 720 utiliza el IMC como base de información.

- Porcentaje de Grasa Corporal

Indica el porcentaje de grasa corporal en relación al peso.

$$\text{Porcentaje de Grasa Corporal} = \text{Masa Grasa(kg)} / \text{Peso(kg)} \times 100$$

Los valores estándar para el porcentaje de grasa corporal son en hombres es de 15% y en mujeres 23%, mientras los rangos son en hombres 10-20% , mientras que en mujeres de 18-28%.

- Relación Cintura-Cadera(RCC)

Este es determinado por la división de la circunferencia de la cintura de la línea umbilical con la máxima circunferencia de la cadera. Es un indicador de la distribución de la grasa corporal.

Para proveer esta, el analizador utiliza la impedancia, dando una estimación científica sobre el RCC.

#### e) Balance Corporal

Con Inbody 720, se puede medir la masa magra de los diferentes partes del cuerpo. Esto logrado gracias a las medidas principales, que arroja la bioimpedancia eléctrica de los diferentes segmentos del cuerpo. Esto se basa en la teoría de:  $(Talla^2) / (resistencia\ segmental)$

#### f) Edema

Este valor es obtenido de la división del Agua Extracelular entre el Agua Corporal Total, esto con el fin de saber el balance ente los líquidos corporales. Los índices de edema que arroja el sistema son totales y segmentales. El Edema aparece cuando el agua extracelular por alguna razón se eleva.

El índice de Edema también calcula la proporción entre el fluido corporal intracelular y el fluido extracelular, esto se refiere al espacio en donde la proteína y los minerales están mezclados en el Agua Corporal, siendo lo usual una relación de 2:1 respectivamente.

#### g) Área de Grasa Visceral

Esta es definida como el área transversal de la grasa visceral encontrada en el abdomen. Cuando el área visceral se expande a más de  $100\text{cm}^2$ , se conoce como obesidad abdominal. Este puede ser dividido en adiposidad visceral, subcutánea e intermuscular.

## h) Impedancia

Es la suma de los vectores de la resistencia y la reactancia, en otras palabras la resistencia del cuerpo. El analizador ofrece los índices impedancia segmental donde los rangos van desde 1, 5,50, 250, 500 y 1000kHz. También arroja los índices de reactancia.

### **1.4 Bioestadística**

La bioestadística puede definirse como la rama de la estadística aplicada al análisis de datos biológicos o médicos. Es parte integral del proceso de investigación clínica jugando un papel central en la planificación, realización, análisis intermedio, análisis final y la información de los ensayos clínicos[32].

La bioestadística es una herramienta con la cual y partiendo del rigor determinista de las matemáticas, se intenta obtener conclusiones y relaciones de fenómenos cuya variabilidad es la norma, con un grado de seguridad o confianza estipulado de antemano. La variabilidad de los datos en el área de la salud son esencialmente experimentales y están sujetas a razonamientos de tipo inductivo (van de lo particular a lo general). Para poder validar tales extrapolaciones se necesita el método estadístico cuyas técnicas son capaces de tener en cuenta la variabilidad obtenida[33] .

#### **1.4.1 Métodos de análisis estadístico.**

Existen varios métodos de análisis en la bioestadística para la organización y manipulación matemática de los datos utilizados con la finalidad de describir las características estudiadas y/o ayudar a inferirlas conclusiones de los datos, los cuales se describen brevemente a continuación.

### 1.4.1.1 Prueba de $X^2$ de Pearson (Chi Square)

Es una prueba de hipótesis que compara la distribución observada de los datos con una distribución esperada de los datos.

Dentro de las pruebas de Chi-cuadrado podemos encontrar varios tipos, en nuestro análisis utilizamos la prueba de Chi-Cuadrado de asociación e independencia, en donde los cálculos para estas pruebas son iguales, pero la pregunta que se está tratando de responder puede ser diferente. En la prueba de asociación se utiliza una prueba para determinar si una variable está asociada a otra variable. Mientras que en la de independencia, la prueba que se utiliza determina si el valor observado de una variable depende del valor observado de otra variable[34].

$$X^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(n_i - E_i)^2}{E_i}$$

### 1.4.1.2 Intervalos de Confidencia

El cálculo de intervalos de confianza para la estimación de parámetros son técnicas que nos permiten hacer declaraciones sobre que valores podemos esperar para un parámetro.

El intervalo dependerá de:

- Lo estimado en la muestra (porcentaje, media,...). El intervalo de confianza está formado por valores ligeramente menores y mayores que la aproximación ofrecida por la muestra.
- El tamaño muestral. Cuanto más datos hayan participado en el cálculo, más pequeño que sea la diferencia entre el valor estimado y el valor real desconocido.
- La probabilidad (nivel de confianza) con la que el método dará una respuesta correcta. Niveles de confianza habituales para los intervalos de confianza son el 95% y el 99%.

Derivando, la siguiente expresión la cual proporciona un intervalo de confianza para la media de la población a un nivel de confianza de  $1-\alpha$

$$\left( \bar{x} - t_{1-\frac{\alpha}{2}} \frac{S}{\sqrt{n-1}}, \bar{x} + t_{1-\frac{\alpha}{2}} \frac{S}{\sqrt{n-1}} \right)$$

Con esta expresión solo se sustituirá de manera subsecuente los valores muestrales, para obtener las correspondientes estimaciones[34].

#### 1.4.1.3 Significancia estadística

En estadística, un resultado se establece como estadísticamente significativo cuando no es probable que su procedencia haya sido al azar. Una “diferencia estadísticamente significativa” representa que existen evidencias estadísticas con una diferencia entre las variables estudiadas. El nivel de significancia es un concepto estadístico asociado a la verificación de una hipótesis. Se define como la probabilidad de tomar la decisión de rechazar una hipótesis nula ( $H_0$ ) cuando esta es verdadera (decisión conocida como Error tipo 1 o “falso positivo”). La decisión se toma a menudo utilizando el valor P (o p-valor):

si el valor P es inferior al nivel de significación, entonces la hipótesis nula es rechazada. Cuanto menor sea el valor P, más significativo será el resultado[35].

#### **1.4.1.4 El valor-p**

El *Valor-P* es un valor de probabilidad, que oscila entre el 0 y 1, por lo que los valores muy próximos a 1, no rechazan la hipótesis nula y sus valores aproximados a 0, rechazan la hipótesis nula.

- Un valor bajo de p (por ejemplo  $p=0.0002$ ) prueba que la diferencia encontrada se debe a la intervención, si es un estudio experimental, o a la exposición en uno de los casos y controles.
- Un valor bajo de p demuestra relación causa-efecto entre una exposición y padecimiento.
- Un valor bajo de p establece la fuerza de la asociación.
- Un valor bajo de p demuestra la validez del estudio.
- Un valor alto de p (por ejemplo,  $> 0.05$ ) significa que no hay asociación entre la exposición A y el resultado B o que no hay diferencia entre exposición y no exposición, etc.[34].

#### **1.4.1.5 Regresión lineal**

En general, los Modelos de regresión son métodos matemáticas para modelar la relación estocástica cuantitativa entre una (o un conjunto) de variables explicativas[35]. Estos modelos pueden ser expresados como sigue:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_p X_{pi} + \mathcal{E}_i$$

Dónde:

$Y_i$ : variable de interés, dependiente o regresando,

$X_{1i}, X_{2i}, \dots, X_{pi}$ : variables explicativas, independientes o regresores,

$\beta_0$ : intersección o término constante,

$\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p$ : parámetros, miden la influencia que las variables explicativas tienen sobre el regresando,

$p$ : número de parámetros independientes a tomar en cuenta,

$\mathcal{E}$ : error de observación debido a variables no controladas,

$i: 1, 2, \dots, n$  número de observaciones de las variables.

Con estos modelos es posible estudiar relaciones lineales entre múltiples variables y el efecto que esta tienen sobre la variable dependiente. Los  $\beta_i$  se estiman siguiendo el criterio de mínimos cuadrados:

$$\min_{\beta \in \mathcal{R}} \sum_{i=1}^n (Y_i - \beta_0 - \beta_1 X_{1i} - \beta_2 X_{2i} - \dots - \beta_p X_{pi})^2$$

Y los estimadores de mínimos cuadrados son obtenidos a partir de la ecuación:

$$\hat{\beta} = (X^T X)^{-1} X^T Y$$

La regresión logística es un tipo de análisis que extiende la técnica de regresión múltiple a situaciones de investigación donde se predice el resultado de una variable

categorica, como puede ser resultados dicotómico de éxito o fracaso, mejora o no mejora, presencia o ausencia de algún padecimiento o situación, en función de las variables independientes o predictoras. Es útil para modelar la probabilidad de un evento ocurriendo como función de otros factores. El análisis de regresión logística se encuentra en el conjunto de Modelos Lineales Generalizados (GLM, por sus siglas en ingles) que usa como función de enlace la función logit. Las probabilidades que describen el posible resultado de un único ensayo se modelan, como una función de variables explicativas, utilizando una función logística. El modelo de regresión puede expresarse como sigue[36]:

$$\text{logit}(p_i) = \ln\left(\frac{p_i}{1-p_i}\right) = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_p X_{pi} + \varepsilon_i$$

Dónde:

$$p_i = E\left(\frac{Y_i}{n_i} | X_i\right)$$

#### 1.4.1.6 Razón odds

La razón Odds (OR) es una medida de asociación entre una variable causante y una variable respuesta. El OR representa la probabilidad de que un evento ocurra dado una exposición particular, en comparación con la probabilidad de que el resultado se produzca en ausencia de esa exposición[37].

El OR también se puede utilizar para determinar si una exposición en particular es un factor de riesgo para un resultado y para comparar la magnitud de varios factores de riesgo para ese resultado.

En el contexto de regresión logística, el coeficiente de regresión (CR) es un estimador del incremento logarítmico de la razón de probabilidad de la variable respuesta (incremento del log odd) cuando incrementa en el 1 el valor de la variable causante, por lo que: la OR es el exponencial del coeficiente de regresión ( $e^{CR}$ ), y corresponde a la razón de probabilidad asociada al incremento de una unidad en la variable causante. Los criterios para definir los factores de riesgo basados en la OR son los mencionados por Szumila, 2010. Donde establece lo siguiente:

Si  $OR = 1$  La variable causante no afecta el valor de la variable respuesta; no existe asociación entre las variables,

Si  $OR > 1$  La variable causante está asociada con probabilidades altas de la variable respuesta; existe asociación entre las variables,

Si  $OR < 1$  La variable causante está asociada con probabilidades bajas de la variable respuesta; existe asociación protectora entre las variables,

Aunado a esto, el intervalo de confianza (CI) se utiliza para estimar la precisión del OR. Un valor de CI alto indica un bajo nivel de precisión de la OR, mientras que un valor bajo de CI indica una mayor precisión del OR. En la práctica si el CI no contiene el valor 1, que es el valor nulo entonces decimos que la OR es significativa estadísticamente (este criterio es usado como una aproximación).

## CAPÍTULO II

### 2.1 Planteamiento del Problema

Como se describió en el primer capítulo las hernias de disco en lumbares son un padecimiento común, volviéndolo muchas veces incapacitante, perjudicando la funcionalidad de las personas, tanto en su vida cotidiana, como laboral, recreativa, emocional, etc.

Dentro de los elementos que pueden desencadenar la hernia están los de carácter individual, como lo es el IMC (Índice de Masa Corporal), el cual está dado por la talla y el peso de la persona. Esta medida es usada para clasificar a las personas con obesidad, sobrepeso o normopeso. Sin embargo, se sabe que el IMC no es un predictor totalmente confiable.

Con los sistemas de bioimpedancia se pueden obtener una mayor cantidad de datos los cuales conforman un análisis más detallado de los componentes del cuerpo humano, ya sea de manera general o de determinada área del cuerpo.

Por lo que es posible estudiar la relevancia de componentes corporales como lo son la masa muscular esquelética, la masa grasa corporal, el IMC, el área de grasa visceral, el porcentaje de obesidad y la circunferencia abdominal y encontrar su asociación con la hernia de disco lumbar. De esta manera tanto el paciente como el profesional de la salud puedan tener mayor conocimiento y actuar de manera preventiva, o a manera de tratamiento sobre factores de riesgo.

En particular el estado de Baja California presenta un alto índice de incidencia. Del estudio realizado en los municipios de Rosarito, Tecate y Ensenada se encontró que 1,070 de 3,000 pacientes, con una edad promedio 41.8 años, con síntomas de problemas lumbares presentaron incapacidad prolongada. Y lo que es más: el 85% fueron mujeres con hernia de disco lumbar. En el caso del municipio de Mexicali, no se tiene aún un estudio formal sobre la incidencia de la hernia de disco lumbar, y se desconoce si existen factores de riesgo que no son todavía considerados para su diagnóstico y/o tratamiento profiláctico o correctivo.

De lo anterior que, es necesario realizar estudios que ayuden a estimar en el municipio de Mexicali la incidencia de hernia discal de la región lumbar, así como encontrar factores de riesgo asociados, con el fin de aportar al sector salud de información valiosa que ayude a generar estrategias tanto para pacientes antes de que este padecimiento aparezca, tomando las medidas necesarias, o abordar el problema una vez que el diagnóstico es establecido.

## **2.2 Objetivo General**

Investigar en pacientes del municipio de Mexicali si existen factores de riesgo en sujetos con hernia de disco en la región lumbar, con elementos de la composición corporal.

## **2.3 Objetivos Específicos**

1. Realizar un muestreo en pacientes con hernia de disco en la región lumbar, utilizando análisis bioeléctrico de multifrecuencia directa segmental, implantado en el sistema InBody 720, más mediciones manuales de composición corporal.
2. Realizar una minería de datos para visualizar la estructura de la información y poder definir las técnicas de análisis a utilizar en el desarrollo de los siguientes objetivos específicos.
3. Determinar la asociación entre la hernia de disco en la región lumbar y variables tales como el índice de masa corporal, el grado de obesidad, la circunferencia abdominal, entre otros.
4. Determinar si algunas de las variables asociadas son factores de riesgo para el desarrollo de la hernia de disco en la región lumbar.

## **2.4 Hipótesis**

Existen características en la composición corporal que sugieren tendencias a hernia de discos intervertebrales en la región lumbar del individuo.

## **CAPÍTULO III**

### **3.1 Desarrollo del trabajo**

#### **3.1.1 Descripción de la población**

La población del estudio, estuvo constituida por 90 adultos que acuden a programas dentro del Complejo Acuático Universitario UABC, localizado en Río Mocorito s/n, colonia ex-ejido Coahuila, en la ciudad de Mexicali, Baja California, en busca de mejoras para su salud mediante el incremento de la actividad física. Durante el periodo de los meses que comprende de Marzo a Octubre de 2016.

De la población de estudio, se tuvieron 78 mujeres y 12 hombres, con una media de edad de 57.4 años y una desviación estándar de 11.51. De estos cuales 19 sujetos presentaron, mediante diagnóstico médico por medio de resonancia magnética, hernia de disco en la región lumbar.

La evaluación se llevó a cabo en el laboratorio de Fisiología de la Facultad de Deportes Campus Mexicali, de la Universidad Autónoma de Baja California, en el estado de Baja California, México.

A los pacientes se les informo de forma verbal el objetivo del estudio y las pruebas por realizar, obteniéndose el consentimiento de cada uno de ellos.

En una primera etapa de la evaluación se les solicitó información sobre su historial clínico, comprendiendo sus datos personales, antecedentes familiares de enfermedades, antecedentes no patológicos, antecedentes patológicos, así como el padecimiento actual y

su tratamiento. (ANEXO 1). En adición, se generó un informe sobre la cantidad de actividad física que realiza el sujeto, utilizando el Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ), donde se establece un puntaje a la cantidad de minutos por semana que realiza de diferentes actividades físicas (ANEXO 2.)

A los sujetos que presentaban hernia de disco lumbar, se les aplicó un cuestionario de Oswestry, el cual es una escala visual analógica de dolor lumbar y de dolor en miembro inferior. En este se describe cierta sintomatología y su efecto en su vida diaria (ANEXO 3).

En una segunda etapa, se realizó la toma de tensión arterial, utilizando el estetoscopio y baumanómetro manual (Welch Allyn) y la toma de glucosa, con el glucómetro (SD Check).

En la figura 6, se muestra las primeras dos etapas de evaluación de los sujetos. Llenado de cuestionarios, toma de presión arterial y de glucosa.



Figura 6. Proceso de evaluación.

La estatura del sujeto se midió mediante un estadiómetro graduado en centímetros presentando una escala de 0 a 250cm (SECA). Sin zapatos, espalda recta, vista al frente.



Figura 7. Medición con estadiómetro.

El análisis de composición corporal se realizó por medio de la bioimpedancia mediante el aparato InBody 720.

Siguiendo todas las recomendaciones anteriores:

- Ayuno
- Sin haber realizado actividad física intensa 24 hrs. antes.
- Orinar antes de las mediciones.
- No estar deshidratado
- Ropa lo más ligera posible
- Retirar todos los elementos metálicos.
- Personas con marcapasos no lo pueden realizar.

Una vez sobre el aparato:

- Colocación correcta de los miembros sobre los electrodos (pies, piernas, manos y brazos). Pies sobre los sensores, con los dedos en dirección al frente, piernas separadas. Dedo pulgar sobre el electrodo superior, palma sobre los electrodos inferiores de los manearles. Brazos separados del tronco.
- Vista al frente y en posición cómoda. Sin realizar movimientos en el momento de la medición.

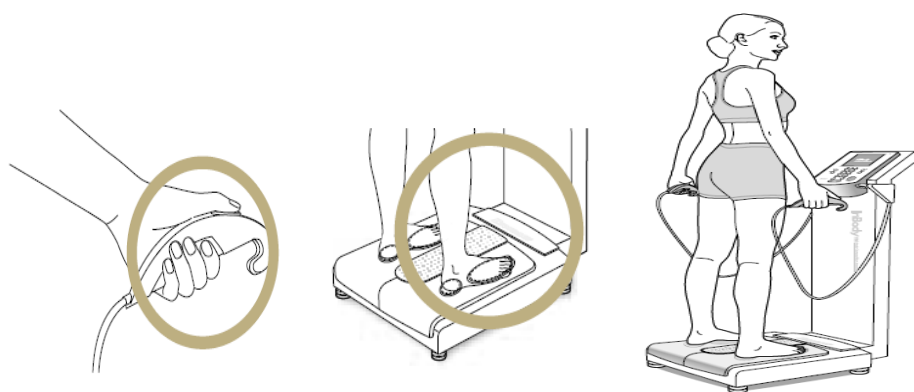


Figura 8. Sujeción y colocación correcta de In Body720.

### 3.2 Estructura de Base de Datos

La base de datos está conformada por 39 variables de historial clínico, una variable cuestionario IPAQ, una variable del cuestionario Oswestry y 54 variables del análisis corporal; dando un total de 95 variables capturadas en el estudio.

Las variables de nuestro interés son: si los sujetos presentan o no hernia de disco en la región lumbar, y las obtenidas del analizador corporal (In Body 720), la Masa Muscular

Esquelética (MME), Masa Grasa Corporal (MGC), Índice de Masa Corporal (IMC), Grado de Obesidad, Área de Grasa Visceral (AGV) y la Circunferencia Abdominal(C.A.).

### **3.3 Análisis estadístico**

Para analizar los datos se utilizó el software de libre acceso R (<https://www.r-project.org>), para implementar PCAs (Análisis de Componentes Principales), así como regresiones logísticas de modelos lineales generalizados.

## CAPÍTULO IV

### 4.1 Análisis de Resultados

En este estudio se incluyó a 90 sujetos adultos. De los cuales el 21.11% presentan hernia de disco lumbar. Ahora, sabiendo que el IMC es uno de los factores que pueden desencadenar el padecimiento de hernia de disco, se investigó en los datos recabados, componentes corporales (Área de Grasa Visceral y Circunferencia Abdominal) que nos pueden brindar mayor información sobre la región del cuerpo afectado y el organismo como conjunto (Grado de Obesidad, Masa Muscular Esquelética y Masa Grasa Corporal). En la tabla 1, se muestran las medias y desviaciones estándar de las variables de estudio de la población total.

Tabla 1. Variables, medias y desviación estándar.

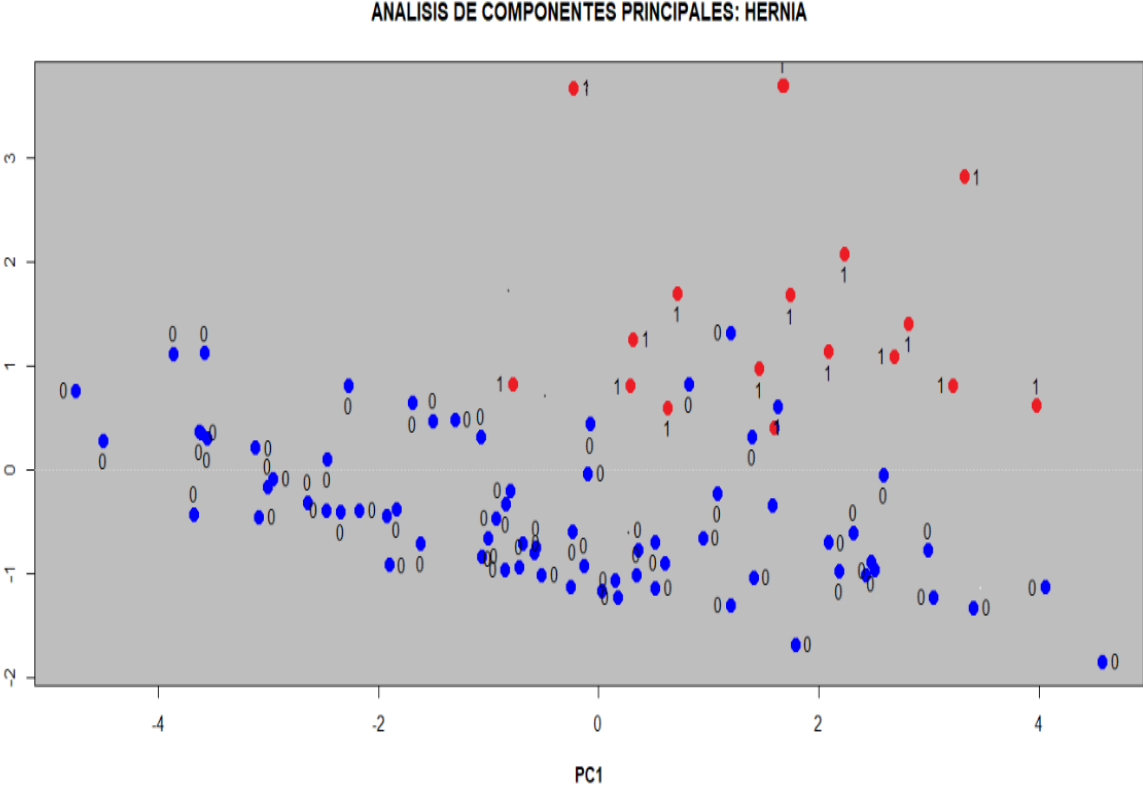
Variable	Media	Desviación Estándar
Grado de Obesidad (%)	143.62	28.52
Área de Grasa visceral (cm <sup>3</sup> )	131.87	34.56
IMC (kg/cm <sup>2</sup> )	31.05	5.99
Circunferencia Abdominal (cm)	104.42	13.68
Masa Muscular Esquelética (kg)	24.56	4.45
Masa Grasa Corporal (kg)	34.02	11.11

Para realizar el análisis de los datos se les aplicó un corrimiento para centrarlos en cero y un escalamiento para que tuvieran varianza unitaria. Posteriormente se realizó el

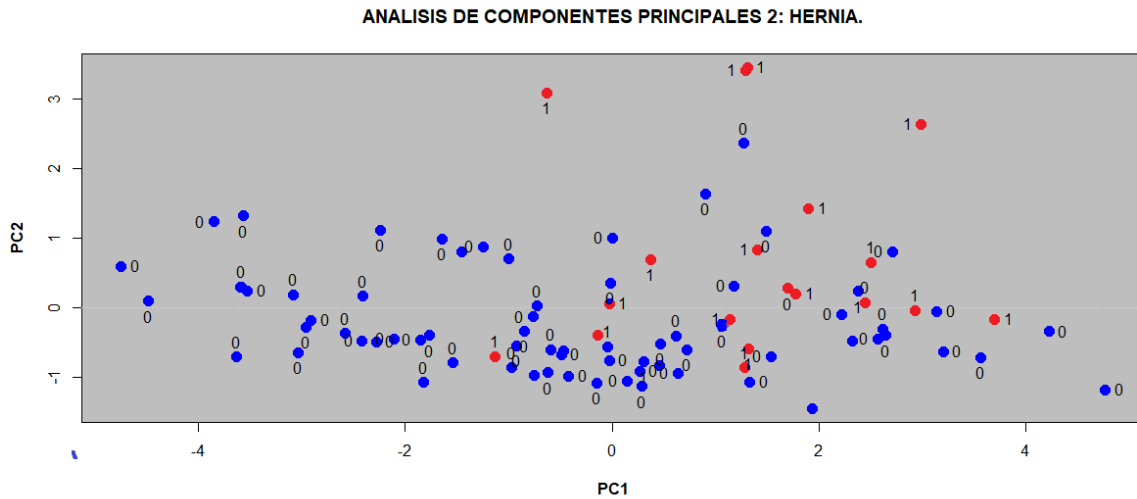
análisis de los componentes principales. Se utilizaron dos archivos diferentes, el primero comprendía las siete variables: hernia, grado de obesidad, IMC, área de grasa visceral, circunferencia abdominal, masa muscular esquelética y masa grasa corporal. El segundo conformado por seis variables: Grado de obesidad, IMC, área de grasa visceral, circunferencia abdominal, masa muscular esquelética y masa grasa corporal.

Se graficó la variable de Hernia (si es que el sujeto presenta o no del padecimiento).

Con lo que se obtuvo la siguiente gráfica:



(A)



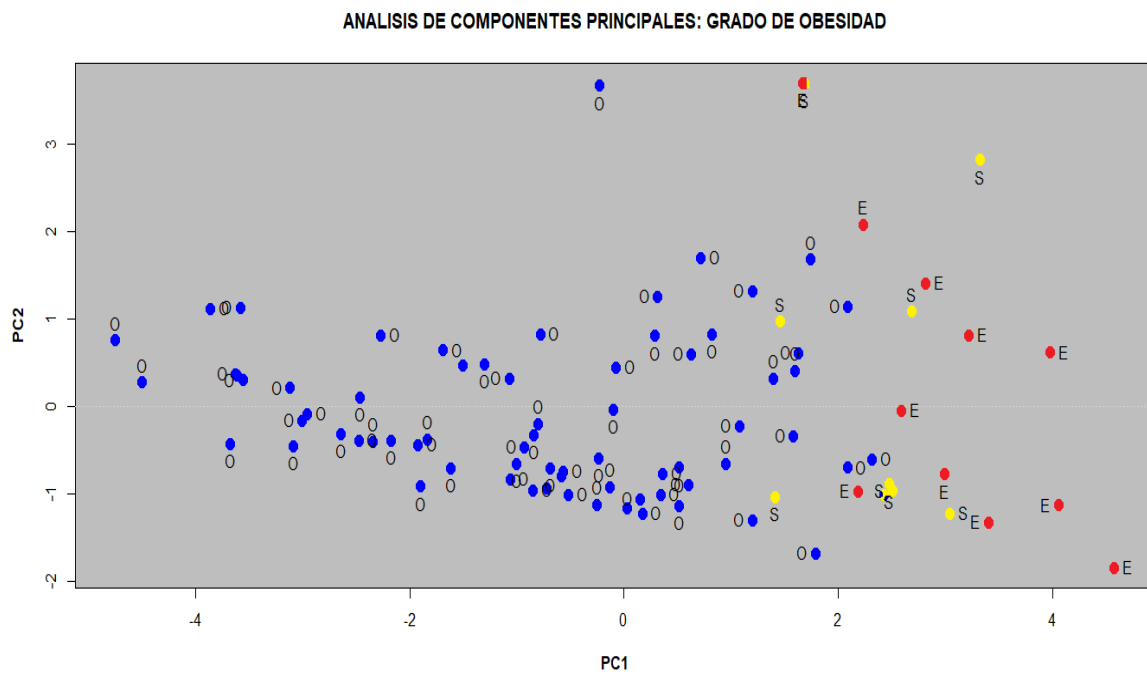
(B)

Figura 9. Gráficas de Hernia. A) Siete variables. B), seis variables. En busca de cúmulos de los dos grupos, personas con hernia “1”( rojo) y sin hernia “0”( azul).

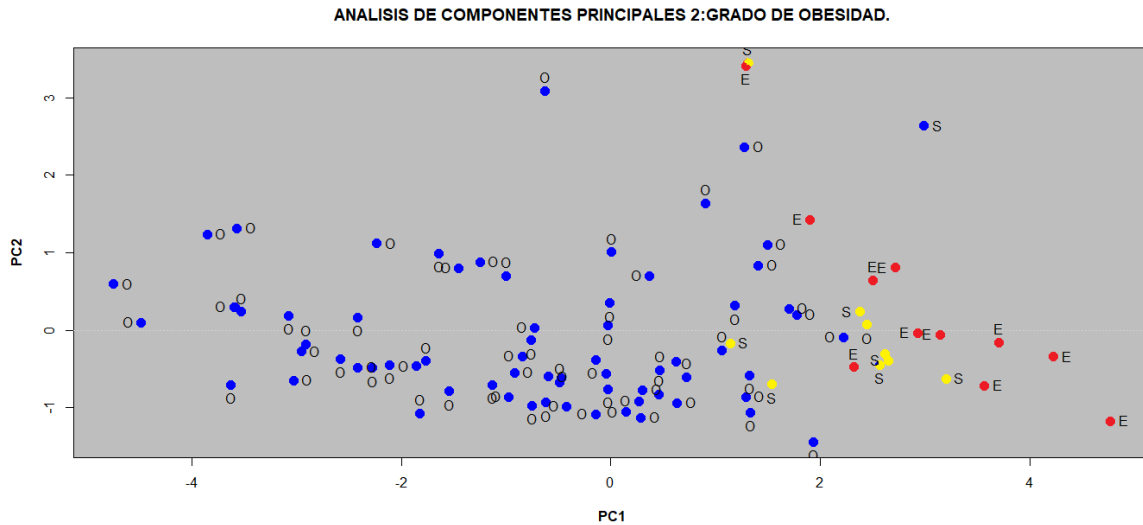
En la figura 9, imagen (A) se observa una clara división entre dos grupos, los que se identifican con 1, que son aquellos pacientes con hernia de disco en la región lumbar, aparecen principalmente en la región de valores positivos de PC1 como de PC2, mientras que los que se indican con 0 corresponden a pacientes sin hernia, están dispersos en la región de valores negativos de PC2, y en la región de valores tanto positivos como negativos de PC1.

En la figura 9, imagen (B), el archivo con el que se realizó el PCA fue con seis variables, igual que el anterior pero sin la variable que indica si la persona tiene el padecimiento o no. En esta se observa el mismo patrón de separación, aunque menos pronunciada que la anterior. Como podemos observar, tanto los puntos indicados con 0, como con 1 son más dispersos expandiéndose a sus regiones vecinas, sin embargo el patrón de separación sigue la misma tendencia que la imagen (A).

Posteriormente se realizó el PCA de la variable “grado de obesidad”, asignando la siguiente clasificación según su estado de obesidad: estado normal (etiquetándolos con una “S”) los sujetos que presentaron entre 90 y 110%, como estado de sobrepeso (etiquetándolos con una “O”), los sujetos que presentaron entre 110 y 120% y finalmente como excedidos de peso (etiquetándolos con una “E”) los sujetos con un porcentaje mayor a 120. La figura 10 presenta el resultado de este análisis.



(A)

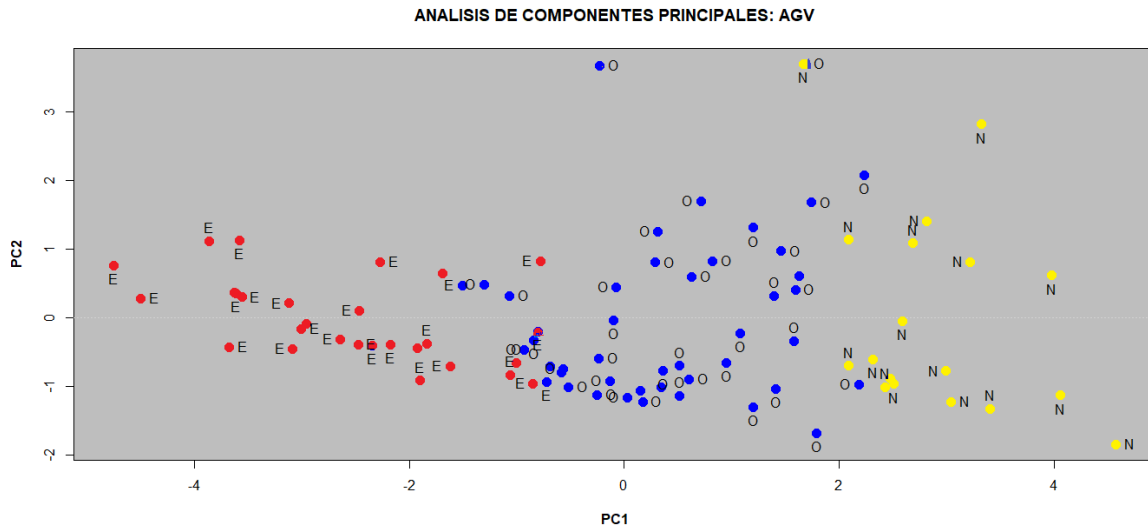


(B)

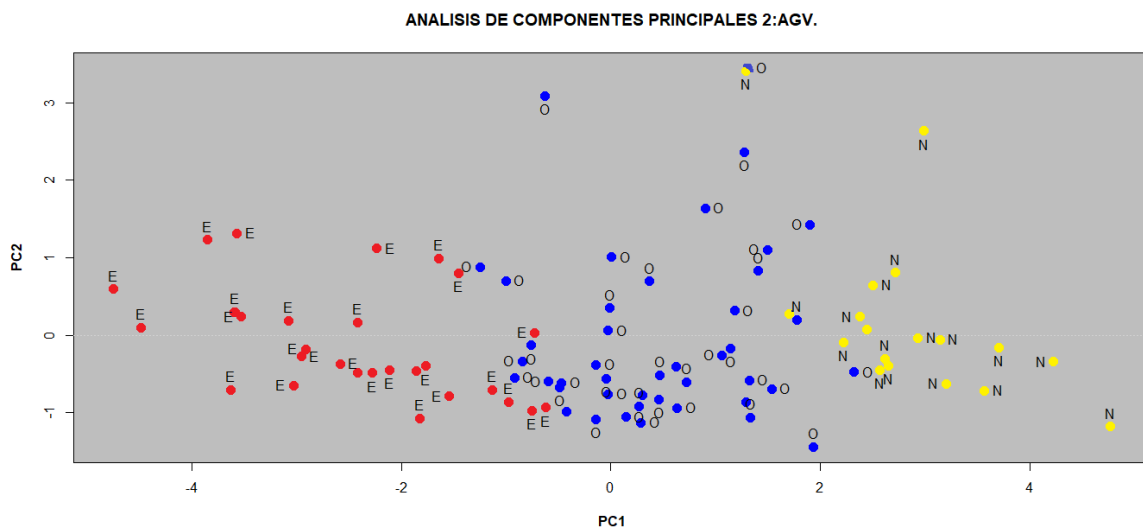
Figura 10. Gráficas con Grado de Obesidad: “S” normal (amarillo), “O” sobrepeso (azul), “E” obeso (rojo).

En la figura 10, en ambas imágenes (A y B) se aprecia separación de los individuos obesos, colocándose en la región positiva de PC1, mezclados con los individuos normales, mientras que los individuos con sobrepeso están dispersos principalmente en la región negativa de PC2.

Se realizó PCA para la variable de “Área de Grasa Visceral”, que indica la adiposidad visceral encontrada en el abdomen ya sea subcutánea o intermuscular. Cuando se presenta en un nivel de  $100\text{cm}^2$  es una persona en estado normal (N), en un rango de 100 a 150 se habla de una persona que está sobrepasada (O) y cuando el valor es mayor a 150 entonces se establece como un sujeto excedido (E).



(A)



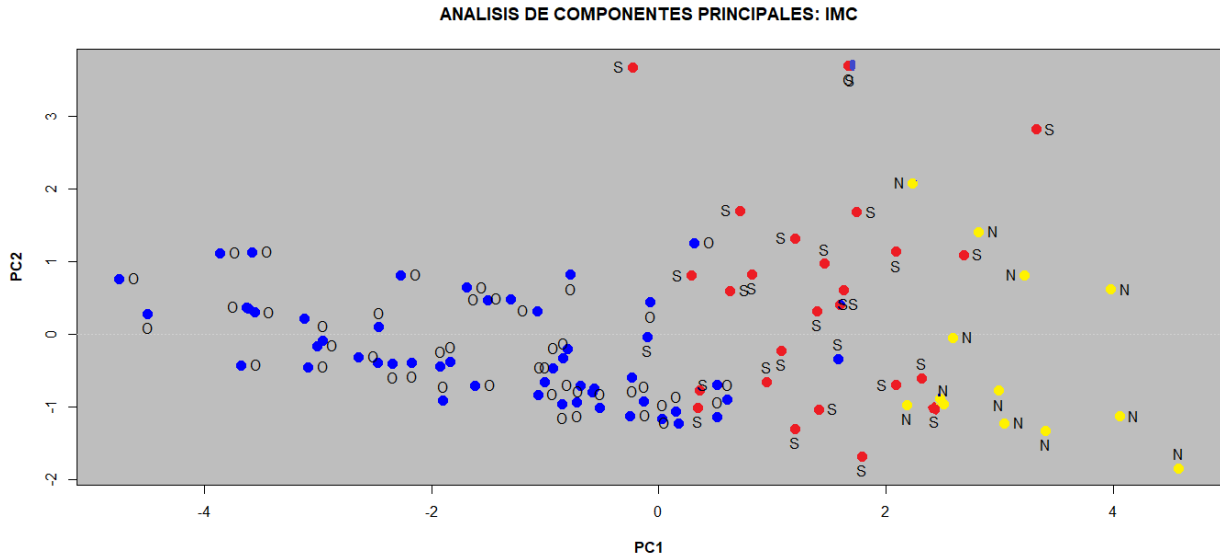
(B)

Figura 11. Graficas de Área de Grasa Visceral con los archivos distintos uno con la variable hernia y el otro sin ella. Normal “N” (amarillo), Sobrepasada “O” (azul ), Excedido “E” (rojo).

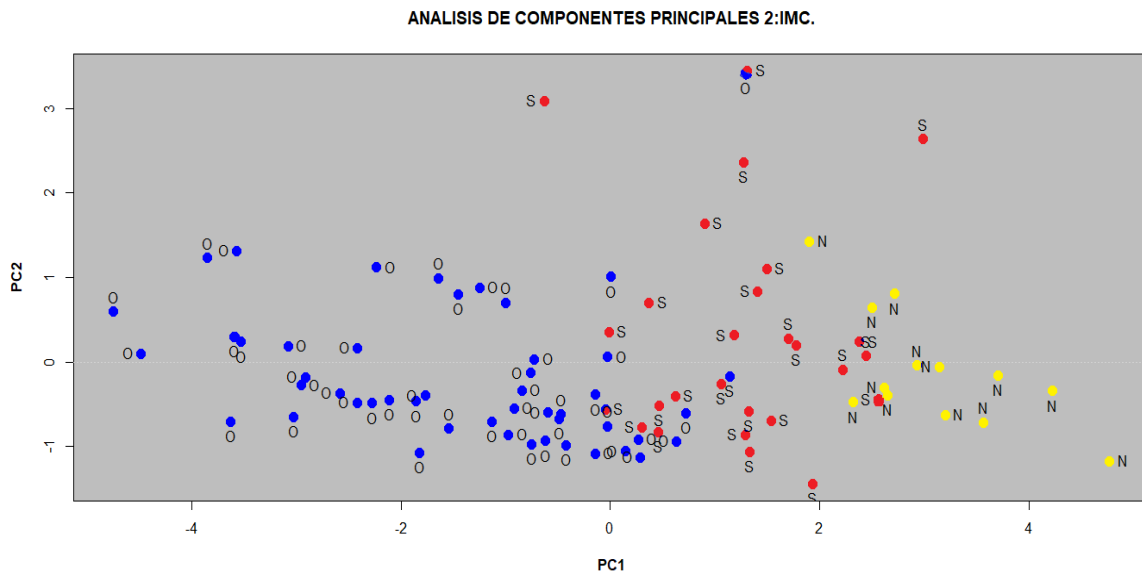
En la figura 11, imágenes (A y B), podemos observar que el componente principal 1 (PC1) logra generar una separación clara de los tres grupos. Al observar la imagen desde PC1 vemos que los etiquetados con N (normal) aparecen con valores altos, en la región

positiva. Los etiquetados con O (sobrepasada) aparecen en el centro de la gráfica esto es con valores alrededor de 0 de PC1; mientras que los etiquetados con E (excedido) aparecen con valores negativos de PC1. La figura 12 muestra el resultado de PCA.

Variable de IMC (Índice de Masa Corporal), la cual representa la relación entre el peso (kg) y la talla al cuadrado ( $\text{cm}^2$ ), medida que es utilizada frecuentemente para determinar si existe sobrepeso u obesidad. En este trabajo de investigación se utilizó la clasificación propuesta por el instrumento de medición InBody, donde: de 18.5 a 24.9 corresponde a Normal (N); de 25 a 30 concierne a Sobrepeso (S); y mayor de 30 equivale a Obesidad (O).



(A)



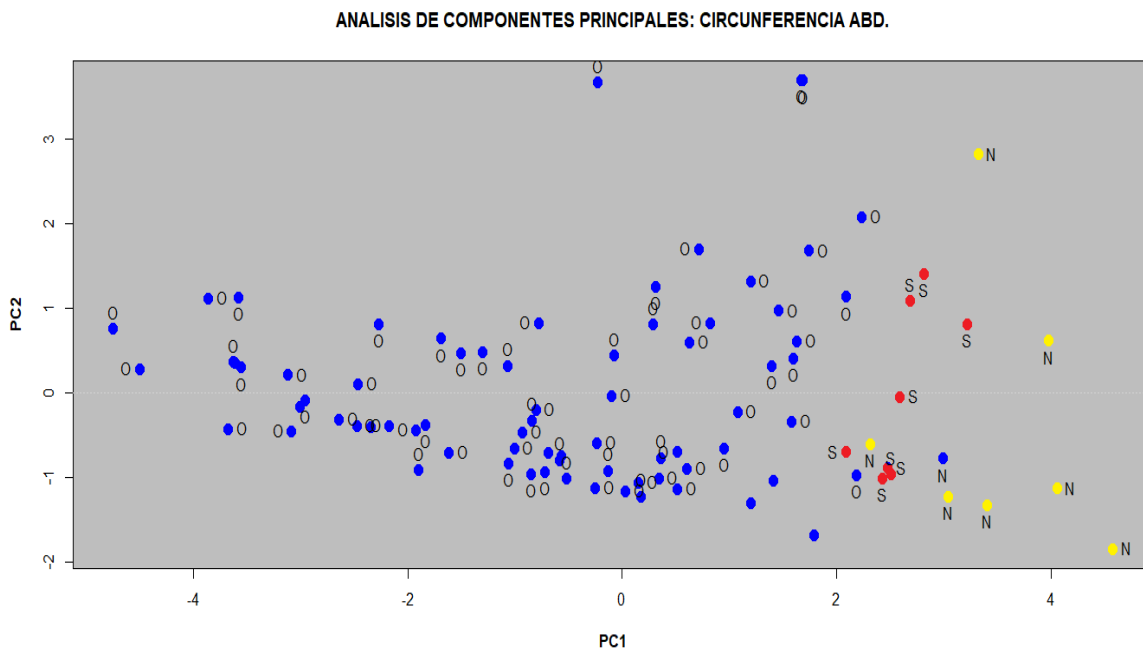
(B)

Figura 12. Graficas de IMC. Archivos diferentes, inciso A (siete variables), inciso B (6 variables). Normal “N” (amarillo), Sobrepeso “S” (rojo), Obeso “O” (azul).

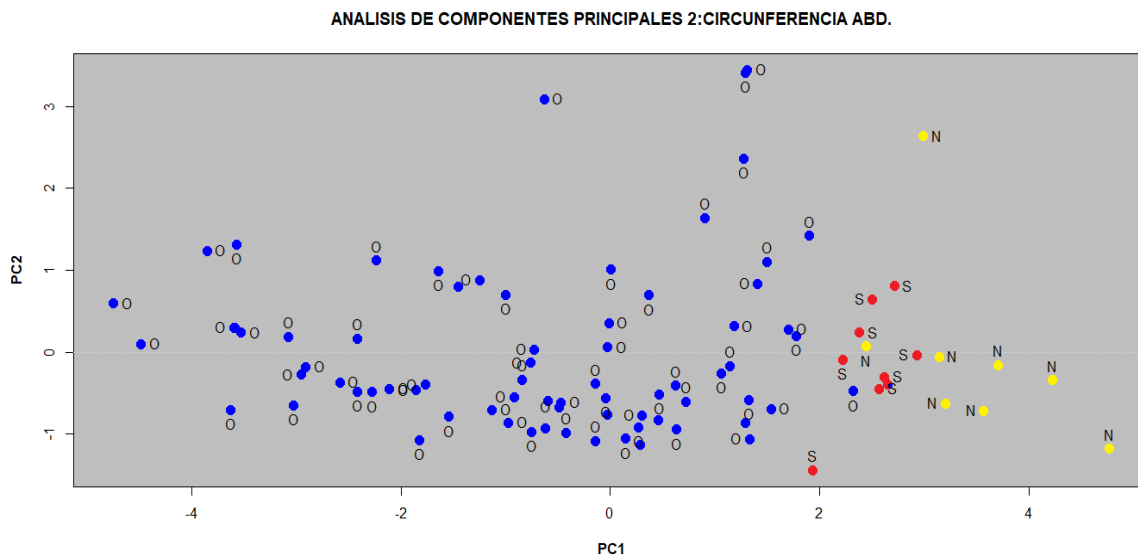
Al igual que los análisis anteriores, las gráficas de PCA muestran una separación clara en la tendencia de los valores. Los etiquetados con N (normal) apareciendo con valores positivos altos de PC1; los valores etiquetados con S (sobrepeso) apareciendo con

valores positivos bajos de PC1, los etiquetados con O (obeso) apareciendo en su mayoría con valores negativos de PC1.

Por último, la figura 13 muestra el análisis de PCA para la “Circunferencia Abdominal”, que también es un indicador en el control de peso, donde los valores comprendidos son para hombres  $\leq 0.90$  = Normal (N),  $0.90-0.95$ = Sobrepeso(S), más de  $0.95$ = Obesos(O). Mientras que para mujeres  $\leq 0.85$  =Normal (N),  $0.85-0.90$ =Sobrepeso (S), mayor a  $0.90$ =Obeso (O).



(A)



(B)

Figura13. Grafica de Circunferencia Abdominal, donde N (amarillo)= Normal, S (rojo) =Sobrepeso y O (azul) =Obesidad. A) archivo con siete variables. B) archivo con seis variables.

La figura muestra como se agrupan los valores con el mismo etiquetado. En el caso de los valores con clasificación N (normal) aparecen en la parte alta de PC1. En el caso de los valores con clasificación S (sobrepeso) aparecen en la región de los valores intermedios positivos de PC1. Y, los valores clasificados como O (obseso) aparecen dispersos tanto en valores positivos moderados como negativos de PC1.

#### 4.2 Regresiones logísticas

Se realizó de forma alternativa el análisis de asociación entre las variables y el padecimiento, aplicando una regresión logística múltiple. Las variables utilizadas en este análisis son: hernia, grado de obesidad, área de grasa visceral, IMC, circunferencia abdominal, masa muscular esquelética y la masa grasa corporal.

Se seleccionaron todos aquellos que resultaron con *valor p* moderado ( $\leq 0.05$ ), en la tabla 2 se muestra los resultados del análisis.

Tabla 2. Valores significativos en la regresión logística simple.

Variable	Valor-p	Nivel de Significancia
Grado de obesidad(GO)	0.03878	*
Área de Grasa Visceral (AGV)	0.00554	**
Índice de Masa Corporal (IMC)	0.01707	*
Circunferencia Abdomnal (CA)	0.00316	**
Mas Muscular Esqueletica (MME)	0.56743	
Masa Grasa Corporal (MGC)	0.34534	

Código de significancia 0 “\*\*\*\*” 0.001 “\*\*\*” 0.01 “\*\*” 0.05 “.”0.1 “” 1

Los resultados muestran una asociación de cuatro variables con las hernias disco en región lumbar (GO, AGV, IMC y CA). Las variables de GO e IMC, presentan una significancia estadística de 0.05, mientras que las variables AGV y CA presentan una significancia estadística 0.01.

Estos resultados son consistentes de estudios previos, tales como el reportado por Takatalo, et al. (2013), donde se utilizaron otras técnicas de medición de diámetros de adiposidad corporal, como la imagen a través de la resonancia magnética, además del analizador corporal InBody. Igualmente, Hershkovich et al. (2013) expone en su estudio la

asociación entre el sobrepeso y la obesidad con el dolor de espalda baja, esto último síntoma asociado a la degeneración de disco[38][39].

El incremento de la carga mecánica debido al sobrepeso u obesidad podría explicar esta asociación, debido al aumento de stress mecánico en el tejido discal, lo que en última instancia puede conducir a la pérdida de viabilidad celular, alteración de la biosíntesis de la matriz extracelular y enzimas, finalmente en la remodelación de la matriz, como sucede en la degeneración celular[40]. Por su parte, Samartzis D. y Liuke M, mencionan que el sobrepeso ha sido asociado con la degeneración discal a nivel histológico y macroscópico, lo cual causa cambios en la estructura del disco y afecta el proceso de regeneración, al disminuir el transporte metabólico hacia el disco[41].

Para definir si las variables asociadas son factor de riesgo, se utilizaron los resultados de la regresión logística simple, se aplicaron los criterios utilizados por Szumila, 2010 de razón Odds. La tabla 3, muestra los resultados obtenidos.

Se determina si una variable asociada es un factor de riesgo, al cumplir esta con las siguientes tres condiciones: 1) El *valor p* de la prueba estadística para la OR debe ser  $\leq 0.05$ , 2) la OR debe ser distinta a 1; y 3) el Intervalo de Confidencia (CI) no debe incluir el valor 1. Si una variable cumple con estas tres condiciones, y su  $OR > 1$ , entonces es declarada como factor de riesgo, asociada a valores altos de la variable. Ahora, si la variable cumple con las tres condiciones, y su  $OR < 1$ , entonces es declarada como factor de riesgo, asociada a valores pequeños de la variable.

Tabla 3. Razón Odds para hernia de disco lumbar en relación a las variables significativas.

Variable	Razón Odds	Intervalo de Confidencia 2.5%	Intervalo de Confidencia 97.5%
Grado de Obesidad	1.225870e-06	7.393532e-01	1.61866970
Área de Grasa Visceral	8.974036e-01	8.171580e-01	0.9683588
IMC	2.636278e-01	6.810841e-02	2.8993088
Circunferencia Abdominal	1.415182e+00	1.159230e+00	1.8068776

Al evaluar los valores de la tabla 3, con los criterios de factor de riesgo mencionados, podemos declarar como factor de riesgo para desarrollar hernia de disco lumbar: el área de grasa visceral, asociada a valores bajos de la variable; y la circunferencia abdominal, asociada a valores altos de la variable.

Diversos estudios han mencionado como factor de riesgo la prevalencia de dolor de espalda baja (característica de la hernia de disco lumbar aunado a un dolor irradiado hacia uno de los miembros inferiores) en pacientes con IMC elevado, sin embargo la distribución de la adiposidad corporal puede jugar un rol más importante en el desencadenamiento de la herniación de disco lumbar.

Investigaciones como la de Samartizis et al. (2012) demuestran que el sobrepeso y la obesidad (valor evaluado por el IMC), en adultos son factores de riesgo de la presencia,

extensión y severidad global de la degeneración discal. Cabe mencionar que los valores de IMC en relación a la degeneración discal, tiene numerosas limitaciones, por lo que un análisis de la composición corporal es más certero, ya que esta habla sobre la distribución de la grasa, en particular la grasa abdominal.

Takatalo, et al. (2013), al realizar mediciones de adiposidad corporal mediante imágenes de resonancia magnética encontraron que los valores obtenidos eran semejantes a las mediciones de circunferencia abdominal, por lo que proponen la utilidad clínica de esta medida para evaluar la adiposidad abdominal como factor de riesgo de la degeneración discal. Siendo un método de fácil acceso y bajo costo. Por otro lado, Han TS, et al. (1997) demostraron que la prevalencia de dolor crónico de espalda baja y las hernias de disco lumbar se incrementan cuando los pacientes presentan una circunferencia abdominal aumentada y un IMC elevado, sin embargo existía un mayor riesgo relativo de dolor lumbar en personas con circunferencia abdominal aumentada que con los pacientes de IMC elevado.

## CAPÍTULO 5

### Conclusiones

En este proyecto de tesis se propuso investigar en pacientes del municipio de Mexicali, si existen factores de riesgo que presenten asociación de la hernia de disco en la región lumbar con elementos de la composición corporal. Para realizarlo se planteó como objetivos específicos, el hacer un muestreo en pacientes con hernia de disco en la región lumbar, realizar una minería de datos para visualizar la estructura de la información, determinar la asociación entre la hernia de disco en la región lumbar y variables tales como el índice de masa corporal, el grado de obesidad, la circunferencia abdominal, entre otros, y finalmente determinar si algunas de las variables asociadas son factores de riesgo para el desarrollo de la hernia de disco en la región lumbar.

Los resultados arrojaron cuatro variables de composición corporal asociadas con la hernia de disco en la región lumbar; el grado de obesidad, el índice de masa corporal, el área de grasa visceral y la circunferencia abdominal. De estas cuatro variables, el área de grasa visceral y la circunferencia abdominal fueron declaradas como factores de riesgo.

Los factores de riesgo que se evidenciaron en el estudio corresponden a la distribución de la adiposidad corporal. Estos valores manifiestan un resultado con mayor validez de sobrepeso y obesidad, comparados con los valores de IMC. Estos factores se suman a otros factores ya existentes, tales como la edad de la persona, factores mecánicos y factores genéticos. Estos últimos son no modificables, mientras los analizados en este proyecto de tesis si son factores de riesgo modificables.

Por consiguiente aportan información valiosa para el establecimiento de acciones preventivas y correctivas y nos ayudan a justificar, la importancia de mantener una vida saludable, mediante una alimentación balanceada y actividad física, evitando o prolongando el tiempo de aparición de diversos padecimientos que están relacionados con el sobrepeso y la obesidad.

Los pacientes con hernia de disco lumbar presentan deficiencia sensitiva y motora, que altera su función y calidad de vida. Por lo que es importante dentro de su tratamiento el establecer cambios en su dieta y promover la actividad física prescrita por un profesional. En busca de la disminución de la adiposidad en la zona central del cuerpo y aumentando la zona muscular del core. Siendo la activación acuática y la natación de los mejores ejercicios, con los cuales podemos obtener estos beneficios.

## REFERENCIA

- [1] C. (Claude) Manelfe, *Imaging of the spine and spinal cord*. Raven Press, 1992.
- [2] S. Aro and P. Leino, "Overweight and musculoskeletal morbidity: a ten-year follow-up.," *Int. J. Obes.*, vol. 9, no. 4, pp. 267–75, 1985.
- [3] E. G. Ortolan, A. G. Della Valle, H. García Rivello, E. Mocetti, C. A. Sola, and M. F. Gruenberg, "Identificación inmunohistoquímica de los fenómenos degenerativos en la hernia de disco lumbar Expresión de ácido hialurónico, metaloproteasas 1 y 3, factor de crecimiento fibroblástico básico y CD34 IMMUNOHISTOCHEMICAL DETECTION OF DEGENERATIVE PHENOMEN," *Rev. Asoc. Arg. Ortop. y Traumatol*, vol. 64, no. 1, pp. 52–60.
- [4] B. Walker, *La anatomía de las lesiones deportivas*. Paidotribo, 2010.
- [5] M. Seguí Díaz and J. Gervas, *Semergen, medicina de familia*. Elsevier.
- [6] J. A. Ricci, W. F. Stewart, E. Chee, C. Leotta, K. Foley, and M. C. Hochberg, "Back Pain Exacerbations and Lost Productive Time Costs in United States Workers," *Spine (Phila. Pa. 1976)*, vol. 31, no. 26, 2006.
- [7] F. Micheli, *Tratado de neurología clínica*. Médica Panamericana, 2002.
- [8] M. T. Modic and R. J. Herfkens, "Intervertebral disk: normal age-related changes in MR signal intensity.," *Radiology*, vol. 177, no. 2, pp. 332-3-4, Nov. 1990.
- [9] L. A. Sether, S. Yu, V. M. Haughton, and M. E. Fischer, "Intervertebral disk: normal age-related changes in MR signal intensity.," *Radiology*, vol. 177, no. 2, pp. 385–8, Nov. 1990.
- [10] M. Heliövaara, O. Impivaara, K. Sievers, T. Melkas, P. Knekt, J. Korpi, and A. Aromaa, "Lumbar disc syndrome in Finland.," *J. Epidemiol. Community Health*, vol. 41, no. 3, pp. 251–8, Sep. 1987.
- [11] J. S. Saal, "The role of inflammation in lumbar pain.," *Spine (Phila. Pa. 1976)*, vol. 20, no. 16, pp. 1821–7, Aug. 1995.
- [12] A. Seidler, U. Bolm-Audorff, T. Siol, N. Henkel, C. Fuchs, H. Schug, F. Leheta, G. Marquardt, E. Schmitt, P. T. Ulrich, W. Beck, A. Missalla, and G. Elsner, "Occupational risk factors for symptomatic lumbar disc herniation; a case-control study.," *Occup. Environ. Med.*, vol. 60, no. 11, pp. 821–30, Nov. 2003.
- [13] S. Aharony, C. Milgrom, T. Wolf, Y. Barzilay, Y. H. Applbaum, Y. Schindel, A. Finestone, and N. Liram, "Magnetic resonance imaging showed no signs of overuse or permanent injury to the lumbar sacral spine during a Special Forces training course," *Spine J.*, vol. 8, no. 4, pp. 578–583, Jul. 2008.
- [14] M. M. Boos, Norbert MD; Rieder, Rico MD; Schade, Volker Dipl Psych; Spratt, Kevin F. PhD; Semmer, Norbert Dipl Psych, PhD; Aebi, "The Diagnostic Accuracy

of Magnetic Resonance Imaging, Work... : Spine,” *Spine (Phila. Pa. 1976)*., 1995.

- [15] J. Aso1; J.V. Martínez-Quiñones1; F. Consolini1; M. Domínguez2; R. Arregui1, “Hernia discal traumática. Implicaciones médico-legales,” *Cuad. Med. Forense*, vol. 16, no. 1–2, pp. 19–30, 2010.
- [16] C. Bundschuh, M. Modic, J. Ross, T. Masaryk, and H. Bohlman, “Epidural fibrosis and recurrent disk herniation in the lumbar spine: MR imaging assessment,” *Am. J. Roentgenol.*, vol. 150, no. 4, pp. 923–932, Apr. 1988.
- [17] A. Villatoro Martínez, *Manual de medicina de urgencias*. Manual Moderno, 2011.
- [18] M. Ariyoshi, K. Sonoda, K. Nagata, T. Mashima, M. Zenmyo, C. Paku, Y. Takamiya, H. Yoshimatsu, Y. Hirai, H. Yasunaga, H. Akashi, H. Imayama, T. Shimokobe, A. Inoue, and Y. Mutoh, “Efficacy of aquatic exercises for patients with low-back pain.,” *Kurume Med. J.*, vol. 46, no. 2, pp. 91–6, 1999.
- [19] A. Zonana-Nacach, M. C. Moreno-Cazares, and R. Gómez-Naranjo, “Costo del subsidio por diagnóstico de hernia de disco en trabajadores del Instituto Mexicano del Seguro Social,” *Cir. Cir.*, 2013.
- [20] T. Ito, Y. Takano, and N. Yuasa, “Types of lumbar herniated disc and clinical course.,” *Spine (Phila. Pa. 1976)*., vol. 26, no. 6, pp. 648–51, Mar. 2001.
- [21] S. Bernick, J. M. Walker, and W. J. Paule, “Age changes to the anulus fibrosus in human intervertebral discs.,” *Spine (Phila. Pa. 1976)*., vol. 16, no. 5, pp. 520–4, May 1991.
- [22] D. Sandra and O. Peralta, “Características Epidemiológicas de la Hernia Discal por RM. Experiencia Inicial en el Hospital Juárez de México,” 2003.
- [23] L. M. Rosales-Olivares, A. Pérez-Viquez, V. Miramontes-Martínez, A. Alpízar-Aguirre, and A. A. Reyes-Sánchez, “Experiencia en México con prótesis discal de núcleo. Reporte final a 4 años de seguimiento.,” *Cir. Cir.*, vol. 75, no. 1, pp. 31–36, 2007.
- [24] W. E. Garrett and D. T. Kirkendall, *Exercise and sport science*. Lippincott Williams & Wilkins, 2000.
- [25] J. C. Aristizábal, M. T. Restrepo, A. Estrada, and A. Estrada, “Evaluación de la composición corporal de adultos sanos por antropometría e impedancia bioeléctrica,” *Biomédica*, vol. 27, no. 2, p. 216, Aug. 2007.
- [26] K. R. Foster and H. C. Lukaski, “Whole-body impedance--what does it measure?,” *Am. J. Clin. Nutr.*, vol. 64, no. 3 Suppl, p. 388S–396S, Sep. 1996.
- [27] S. Grimnes and Ø. Martinsen, *Bioimpedance and bioelectricity basics*. .
- [28] S. Aguado Henche and L. Gómez Pellico, “Body composition: evaluation method,” *Eur. J. Anat.*, vol. 9, no. 2, 2005.

- [29] E. C. Hoffer, C. K. Meador, and D. C. Simpson, "Correlation of whole-body impedance with total body water volume.," *J. Appl. Physiol.*, vol. 27, no. 4, pp. 531–4, Oct. 1969.
- [30] K. J. Ellis, "Human Body Composition: In Vivo Methods," *Physiol. Rev.*, vol. 80, no. 2, 2000.
- [31] C. H. Y. Ling, A. J. M. De Craen, P. E. Slagboom, D. A. Gunn, M. P. M. Stokkel, R. G. J. Westendorp, and A. B. Maier, "Accuracy of direct segmental multi-frequency bioimpedance analysis in the assessment of total body and segmental body composition in middle-aged adult population," *Clin. Nutr.*, vol. 30, pp. 610–615, 2011.
- [32] J. L. Swetha, R. Arpita, C. Srikanth, and R. Nutalapati, "Cognition, comprehension and application of biostatistics in research by Indian postgraduate students in periodontics.," *J. Indian Soc. Periodontol.*, vol. 18, no. 1, pp. 65–8, Jan. 2014.
- [33] E. Condés, "La bioestadística: una herramienta fundamental en la elaboración de artículos radiológicos," *Radiologia*, vol. 50, no. 4, pp. 265–270, Jul. 2008.
- [34] M. E. González, "“ Estudio de asociación de SNPs con características de conformación en ganado Holstein de Baja California ’ Dr . Rafael Villa Angulo ÍNDICE Capítulo I .....,” 2017.
- [35] B. (Bernard A. . Rosner, *Fundamentals of biostatistics*. Brooks/Cole, Cengage Learning, 2011.
- [36] D. W. Hosmer, S. Lemeshow, and R. X. Sturdivant, *Applied logistic regression*. .
- [37] M. Szumilas, "Explaining odds ratios.," *J. Can. Acad. Child Adolesc. Psychiatry*, vol. 19, no. 3, pp. 227–9, Aug. 2010.
- [38] D. Chou, D. Samartzis, C. Bellabarba, A. Patel, K. D. K. Luk, J. M. S. Kisser, and A. C. Skelly, "Degenerative Magnetic Resonance Imaging Changes in Patients With Chronic Low Back Pain," *Spine (Phila. Pa. 1976)*., vol. 36, no. 21 Suppl, pp. S43–S53, Oct. 2011.
- [39] J. Takatalo, J. Karppinen, S. Taimela, J. Niinimäki, J. Laitinen, R. B. Sequeiros, D. Samartzis, R. Korpelainen, S. Näyhä, J. Remes, and O. Tervonen, "Association of abdominal obesity with lumbar disc degeneration--a magnetic resonance imaging study.," *PLoS One*, vol. 8, no. 2, p. e56244, 2013.
- [40] J. C. Iatridis, J. J. MacLean, P. J. Roughley, and M. Alini, "Effects of Mechanical Loading on Intervertebral Disc Metabolism In Vivo," *J. Bone Jt. Surg.*, vol. 88, no. suppl\_2, p. 41, Apr. 2006.
- [41] M. A. Adams and P. J. Roughley, "What is Intervertebral Disc Degeneration, and What Causes It?," *Spine (Phila. Pa. 1976)*., vol. 31, no. 18, pp. 2151–2161, Aug. 2006.

# ANEXOS

PROGRAMA _____	FECHA ____/____/____	
Nombre _____		
Apellido paterno	Apellido materno	Nombres (s)
Edad _____	Sexo: _____	Estado civil _____
Fecha nacimiento: ____/____/____ <small>da mes año</small>		
Lugar Nacimiento: _____		
Ocupación: _____		
E-mail: _____		Teléfono _____
Domicilio: _____		
<small>Calle y número</small>	<small>Colonia, fraccionamiento</small>	<small>Ciudad</small>

Etnia: Hispano Americano <input type="checkbox"/> Asiático <input type="checkbox"/> Afroamericano <input type="checkbox"/> Anglosajón <input type="checkbox"/> Indígena <input type="checkbox"/>			
Especifique: _____			
Algún miembro de su familia (abuelos, padres o hermanos) están enfermos o han fallecido de:			
	abuelo	padres	hermanos
a) Diabetes Mellitus (azúcar elevada en la sangre)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) Hipertensión Arterial (alta presión)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c) Infarto cardiaco (ataque al corazón)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d) Cáncer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e) Epilepsia o convulsiones (crisis o ataques)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f) Embolia o derrame cerebral (evento vascular cerebral)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
g) Obesidad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
h) Tuberculosis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
i) HIV-SIDA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

ANTECEDENTES NO PATOLÓGICOS		SI	NO
Tabaquismo		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Alcoholismo		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Caféina		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Drogas		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Realizas actividad física	<input type="checkbox"/>	Especifique: _____	
ANTECEDENTES PATOLÓGICOS			
Te han realizado:			
Cirugía	SI	NO	Especifique: _____
Transfusión	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Padece o padeceste:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Alergias	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Traumatismo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Diabetes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Enfermedades Pulmonares	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Hipertensión	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Colesterol	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Hipotensión (baja presión)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Actualmente padece alguna enfermedad?			
SI	NO	Cual es? _____	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	
Actualmente tomas algún(s) medicamentos?			
SI	NO	Cuales? _____ Desde cuando? _____	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	

Fecha de diagnóstico: _____	
MOTIVO APARENTE DEL PADECIMIENTO:	
a) Movimiento repetitivo	d) Ocupación
b) Actividad Física	e) Herencia
c) Edad	f) Accidente
d) Movimiento repentino	g) Otro
Si realiza Actividad Física, describe:	
Días: _____	
Duración: _____	
Tipo: _____	
Glucosa: _____	
T.A.: _____	

Aviso de privacidad: Los datos proporcionados son exclusivos de las investigaciones de las LAFD. Adriana Griselda Mateos Valenzuela y Claudia Eudoxia Verón Estrada.

ANEXO 1. CUSTIONARIO PERFIL DE INDIVIDUO.

## CUESTIONARIO INTERNACIONAL DE ACTIVIDAD FISICA

IPAQ: FORMATO CORTO AUTOADMINISTRADO DE LOS ÚLTIMOS 7 DÍAS

PARA SER UTILIZADO CON ADULTOS JOVENES Y DE MEDIANA EDAD (16-69 años)

Estamos interesados en averiguar los tipos de actividad física que hace la gente en su vida cotidiana. Las preguntas se referirán al tiempo que usted destinó a estar físicamente activo en los últimos 7 días. Por favor responda a cada pregunta incluso si no se considera una persona activa. Por favor, piense acerca de las actividades que realiza en su trabajo, como parte de sus tareas en el hogar o en el jardín, moviéndose de un lugar a otro, o en su tiempo libre para el ocio, el ejercicio o el deporte.

Piense en todas las actividades **intensas** que usted realizó en los últimos 7 días. Las actividades físicas **intensas** se refieren a aquellas que implican un esfuerzo físico intenso y que lo hacen respirar mucho más intensamente que lo normal. Piense solo en aquellas actividades físicas que realizó durante por lo menos 10 minutos seguidos.

1. Durante los últimos 7 días, ¿en cuántos días realizó actividades físicas **intensas** tales como levantar pesos pesados, cavar, hacer ejercicios aeróbicos o andar rápido en bicicleta?

\_\_\_ días por semana

Ninguna actividad física intensa ➡ Vaya a la pregunta 3

2. Habitualmente, ¿cuánto tiempo en total dedicó a una actividad física **intensa** en uno de esos días?

\_\_\_ horas por día

\_\_\_ minutos por día

No sabe/No está seguro

Piense en todas las actividades **moderadas** que usted realizó en los últimos 7 días. Las actividades **moderadas** son aquellas que requieren un esfuerzo físico moderado que lo hace respirar algo más intensamente que lo normal. Piense solo en aquellas actividades físicas que realizó durante por lo menos 10 minutos seguidos.

3. Durante los últimos 7 días, ¿en cuántos días hizo actividades físicas **moderadas** como transportar pesos livianos, andar en bicicleta a velocidad regular o jugar dobles de tenis? No incluya caminar.

\_\_\_ días por semana

Ninguna actividad física moderada ➡ Vaya a la pregunta 5

4. Habitualmente, ¿cuánto tiempo en total dedicó a una actividad física **moderada** en uno de esos días?

\_\_\_ horas por día

\_\_\_ minutos por día

No sabe/No está seguro

Piense en el tiempo que usted dedicó a caminar en los últimos 7 días. Esto incluye caminar en el trabajo o en la casa, para trasladarse de un lugar a otro, o cualquier otra caminata que usted podría hacer solamente para la recreación, el deporte, el ejercicio o el ocio.

5. Durante los últimos 7 días, ¿en cuántos días caminó por lo menos 10 minutos seguidos?

\_\_\_ días por semana

Ninguna caminata ➡ Vaya a la pregunta 7

6. Habitualmente, ¿cuánto tiempo en total dedicó a caminar en uno de esos días?

\_\_\_ horas por día

\_\_\_ minutos por día

No sabe/No está seguro

La última pregunta es acerca del tiempo que pasó usted **sentado** durante los días hábiles de los últimos 7 días. Esto incluye el tiempo dedicado al trabajo, en la casa, en una clase, y durante el tiempo libre. Puede incluir el tiempo que pasó sentado ante un escritorio, visitando amigos, leyendo, viajando en ómnibus, o sentado o recostado mirando la televisión.

7. Durante los últimos 7 días, ¿cuánto tiempo pasó **sentado** durante un día hábil?

\_\_\_ horas por día

\_\_\_ minutos por día

No sabe/No está seguro

## ANEXO 2. CUESTIONARIO IPAQ

Oswestry . Escala Visual Analógica de dolor lumbar y de dolor en miembro inferior  
1. Por favor, comenzando por la izquierda de la siguiente barra, trace una línea hacia la derecha indicando la intensidad de su DOLOR DE ESPALDA (DOLOR LUMBAR) en las últimas 4 semanas

Ningún dolor  Máximo dolor

2. Ahora, haga igual, indicando la intensidad de su DOLOR EN LA PIERNA (CIÁTICA) en las últimas 4 semanas.

Ningún dolor  Máximo dolor

Índice de Discapacidad de Oswestry

En las siguientes actividades, marque con una cruz la frase que en cada pregunta se parezca más a su situación:

1 Intensidad del dolor

- (0) Puedo soportar el dolor sin necesidad de tomar calmantes
- (1) El dolor es fuerte pero me arreglo sin tomar calmantes
- (2) Los calmantes me alivian completamente el dolor
- (3) Los calmantes me alivian un poco el dolor
- (4) Los calmantes apenas me alivian el dolor
- (5) Los calmantes no me alivian el dolor y no los tomo

2 Estar de pie

- (0) Puedo estar de pie tanto tiempo como quiera sin que me aumente el dolor
- (1) Puedo estar de pie tanto tiempo como quiera pero me aumenta el dolor
- (2) El dolor me impide estar de pie más de una hora
- (3) El dolor me impide estar de pie más de media hora
- (4) El dolor me impide estar de pie más de 10 minutos
- (5) El dolor me impide estar de pie

3 Cuidados personales

- (0) Me las puedo arreglar solo sin que me aumente el dolor
- (1) Me las puedo arreglar solo pero esto me aumenta el dolor
- (2) Lavarme, vestirme, etc. me produce dolor y tengo que hacerlo despacio y con cuidado
- (3) Necesito alguna ayuda pero consigo hacer la mayoría de las cosas yo solo
- (4) Necesito ayuda para hacer la mayoría de las cosas
- (5) No puedo vestirme, me cuesta lavarme y suelo quedarme en la cama

4 Dormir

- (0) El dolor no me impide dormir bien
- (1) Sólo puedo dormir si tomo pastillas
- (2) Incluso tomando pastillas duermo menos de 6 horas
- (3) Incluso tomando pastillas duermo menos de 4 horas
- (4) Incluso tomando pastillas duermo menos de 2 horas
- (5) El dolor me impide totalmente dormir

5 Levantar peso

- (0) Puedo levantar objetos pesados sin que me aumente el dolor
- (1) Puedo levantar objetos pesados pero me aumenta el dolor
- (2) El dolor me impide levantar objetos pesados del suelo, pero puedo hacerlo si están en un sitio cómodo (ej. en una mesa)
- (3) El dolor me impide levantar objetos pesados, pero si puedo levantar objetos ligeros o medianos si están en un sitio cómodo
- (4) Sólo puedo levantar objetos muy ligeros
- (5) No puedo levantar ni elevar ningún objeto

### ANEXO 3. CUESTIONARIO OWESTRY

6. Actividad sexual

- (0) Mi actividad sexual es normal y no me aumenta el dolor
- (1) Mi actividad sexual es normal pero me aumenta el dolor
- (2) Mi actividad sexual es casi normal pero me aumenta mucho el dolor
- (3) Mi actividad sexual se ha visto muy limitada a causa del dolor
- (4) Mi actividad sexual es casi nula a causa del dolor
- (5) El dolor me impide todo tipo de actividad sexual

7. Andar

- (0) El dolor no me impide andar
- (1) El dolor me impide andar más de un kilómetro
- (2) El dolor me impide andar más de 500 metros
- (3) El dolor me impide andar más de 250 metros
- (4) Sólo puedo andar con bastón o muletas
- (5) Permanezco en la cama casi todo el tiempo y tengo que ir a rastras al baño

8. Vida social

- (0) Mi vida social es normal y no me aumenta el dolor
- (1) Mi vida social es normal pero me aumenta el dolor
- (2) El dolor no tiene un efecto importante en mi vida social, pero sí impide mis actividades más enérgicas como bailar, etc.
- (3) El dolor ha limitado mi vida social y no salgo tan a menudo
- (4) El dolor ha limitado mi vida social al hogar
- (5) No tengo vida social a causa del dolor

9. Estar sentado

- (0) Puedo estar sentado en cualquier tipo de silla todo el tiempo que quiera
- (1) Puedo estar sentado en mi silla favorita todo el tiempo que quiera
- (2) El dolor me impide estar sentado más de una hora
- (3) El dolor me impide estar sentado más de media hora
- (4) El dolor me impide estar sentado más de 10 minutos
- (5) El dolor me impide estar sentado

10. Viajar

- (0) Puedo viajar a cualquier sitio sin que me aumente el dolor
- (1) Puedo viajar a cualquier sitio, pero me aumenta el dolor
- (2) El dolor es fuerte pero aguanto viajes de más de 2 horas
- (3) El dolor me limita a viajes de menos de una hora
- (4) El dolor me limita a viajes cortos y necesarios de menos de media hora
- (5) El dolor me impide viajar excepto para ir al médico o al hospital

O: 0 puntos; 1: 1 punto; 2: 2 puntos ; 3: 3 puntos; 4: 4 puntos ; 5: 5 puntos.

Sumar el resultado de cada respuesta y multiplicar el resultado x 2 y obtendremos el resultado en % de incapacidad.

La "Food and Drug Administration" americana ha elegido para el cuestionario de Oswestry una diferencia mínima de 15 puntos entre las evaluaciones preoperatoria y postoperatoria, como indicación de cambio clínico en los pacientes sometidos a fusión espinal.

## ANEXO 3. CUESTIONARIO OWESTRY