

11222
8
2.ej.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

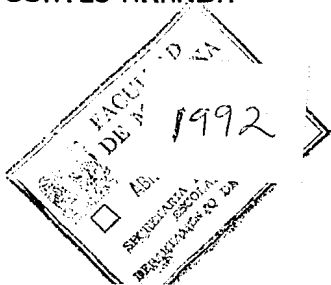
FACULTAD DE MEDICINA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO
INSTITUTO NACIONAL DE MEDICINA DE REHABILITACION
SECRETARIA DE SALUD

**MEDIDOR DEL ANGULO DE ROTACION
DEL TRONCO**

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
ESPECIALISTA EN MEDICINA DE REHABILITACION
P R E S E N T A :
NANCY AMERICA CORTES ARANDA

México, D. F.





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE

	página
Definición del problema.....	1
Antecedentes.....	1
Justificación.....	2
Objetivo General.....	3
Material y Método	
Recursos Humanos.....	4
Recursos Materiales.....	4
Desarrollo y Diseño del Instrumento.....	5
Fundamentos Físicos.....	8
Análisis Matemático.....	15
Resultados.....	19
Conclusiones.....	29
Bibliografía.....	31

DEFINICION DEL PROBLEMA

En este trabajo se diseña, desarrolla y se aplica un nuevo aparato electromecánico para obtener una medición más confiable y no invasiva del movimiento de la rotación del tronco, con ello se pretende sentar las bases para la aplicación futura del mismo en la exploración de la movilidad de la columna vertebral.

ANTECEDENTES

En los últimos 20 años se han desarrollado y mejorado métodos clínicos para evaluar la movilidad de la columna vertebral. Gary y colaboradores en 1967, diseñan un complicado aparato para la medición de los movimientos de la rotación axial de la columna vertebral, valiéndose de clavos de Steinman insertados en las apófisis espinosas de L1 a L5, efectuando la medición a través de una barra que determina en grados el desplazamiento de los clavos durante el movimiento rotacional. Ellos estudiaron a 7 sujetos adultos jóvenes y reportaron en promedio 74° de rotación axial entre la primera y décima segunda vértebra dorsal. El aparato además, contaba con un dispositivo para la fijación de la pélvis. (1)

En 1974 Hart y colaboradores, emplean un espondilómetro para determinar la movilidad de la columna vertebral en 27 pacientes en un período que varió de 10 a 26 años y concluyeron que el espondilómetro de Dunham es un aparato versátil que mide posición, postura y flexo-extensión de la columna toracolumbar, sin embargo no es útil para medir los movimientos de rotación. (2-3)

En 1975, Reynolds compara tres métodos de medición de la

movilidad del raquis usando un espondilómetro, un goniómetro y la técnica de distracción de la piel usada por Moll y Wriaght, sus métodos tuvieron diversas limitaciones, por ejemplo, la necesidad de utilizar un equipo especial así como la incomodidad de los sujetos estudiados que debían mantener posiciones forzadas durante la medición goniométrica. (4,5,6)

En 1982 en el Hospital Ortopédico de Los Angeles California un grupo de terapeutas físicos utilizó otro método para la medición de los movimientos de rotación de la columna vertebral, este método se basó en la utilización de una cinta métrica, con la que se medía en centímetros, el desplazamiento de los diferentes movimientos de la columna. Se utilizó en 24 pacientes en los que se midió la distancia entre la prominencia clavicular posterior hasta el trocánter mayor. Es de hacer notar que esta forma de medición esta sujeta a errores además de ser poco objetiva y práctica. (7,8)

Mellin G en 1987, describe un método objetivo para medir los movimientos de rotación de la columna vertebral. utilizó un compás fijo a una herramienta auxiliar, en sus estudios concluyó que su método es valioso frente a otros métodos goniométricos. (9,10)

JUSTIFICACION

Como se ha visto hasta la fecha se han desarrollado diversos métodos encaminados a medir de una manera más exacta los movimientos de rotación de la columna dorsolumbar, sin embargo muchos de éstos métodos estan sujetos a error y otros requieren de la utilización de instrumentos sofisticados poco prácticos para su utilización en la clínica. Podemos decir que hasta el momento no existe un método confiable y práctico que mida dichos movimientos.

El aparato que se presenta pretende ser un método objetivo, económico y confiable, en la exploración del sujeto y del paciente con afecciones del raquis.

OBJETIVO GENERAL

Establecer una técnica no invasiva, para la medición del ángulo de rotación del tronco, desarrollando y construyendo el dispositivo necesario para este fin.

MATERIAL Y METODO

RECURSOS HUMANOS:

Médico en Rehabilitación
 Ingeniero en Electrónica
 Técnico en dibujo
 Carpintero
 Técnico en mecánica

RECURSOS MATERIALES:

Poste guía de solera de hierro
 2 semiaros de solera de hierro
 2 prisioneros de solera de hierro
 2 cursores de solera de hierro
 1 base de triplay
 4 tornillos de solera de hierro
 200 grs de alambre magneto
 Cables blindados del # 20

Instrumento Electrónico (Exhibidor de ángulo) que consta de: una pila de 9 V, un potenciómetro de 10 k Ω , 1 galvanómetro flexible de 1 mA, indicador de batería baja, 2 bornes conectores a una resistencia variable. Todo esto montado dentro de un gabinete de aluminio.

Sistema de cómputo. Marca Printaform, 512 k Bytes de memoria, velocidad 4 MHz.

Programas de apoyo: Procesador de palabra, Graficador, Analizador y Coprocesador matemático.

METODO

DESAROLLO Y DISENO DEL INSTRUMENTO

En el planteamiento de este problema ,se establecieron diferentes alternativas de solución. Dado que desde un principio se pretendió que el método de medición del ángulo de rotación del tórax fuese nó invasivo. Es por esto que las alternativas de solución, tuvieron que ser obtenidos de conceptos físicos y matemáticos.

Las alternativas contempladas en este proyecto fueron:

- óptico
- magnético
- mecánico
- eléctrico

Y después de un estudio a fondo en las posibilidades técnicas y de mercado se decidió utilizar una combinación entre lo mecánico y eléctrico.

DISENO DEL INSTRUMENTO

En la figura (1) se presenta el instrumento electromecánico "MEDIDOR DEL ANGULO DE ROTACION DEL TRONCO".

Las partes que conforman el instrumento son:

- Base de madera (1)
- Tubo guía (2)
- Semiaro fijador superior (3)
- Semiaro fijador de pélvis (4)
- Resistencia eléctrica (5)
- Barras superiores acopladoras de los semiaros (6)
- Barras inferiores acopladoras de los semiaros (7)
- Rodajas transportadoras (8)
- Varillas de acople al sistema superior (9)
- Cables terminales (10)
- Instrumento electrónico (11)

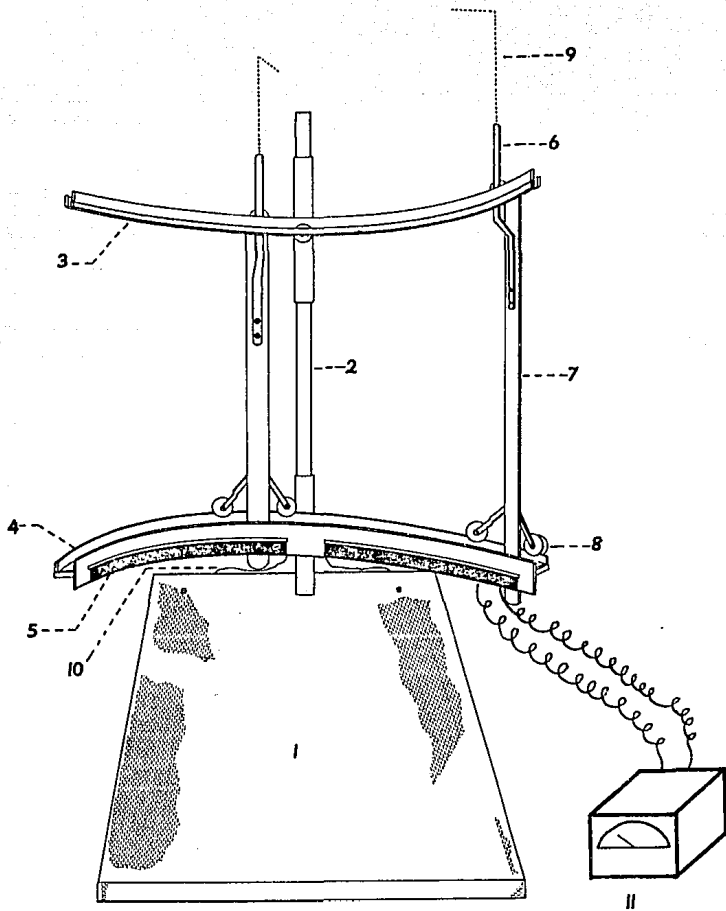


FIG. (1).- MEDIDOR DE ANGULO DE ROTACION DEL TRONCO

El principio de funcionamiento de medidor de ángulo de rotación en el tronco, se basa en la variación de la resistencia eléctrica situada en el semiaro fijador de pélvis, en relación al valor del ángulo del tronco.

Para poder variar la resistencia de acuerdo al valor del ángulo, fue necesario desarrollar todo un sistema mecánico, fundamentado en conceptos básicos físicos de palancas y desplazamientos, este sistema, funciona de la siguiente manera.

Se coloca al sujeto en posición sedente sobre la base de madera, poniendo en contacto su dorso con el semiaro superior a la altura del apéndice xifoides y con los pies volando, esto permite tener una referencia constante en la medición, de hecho, esta posición se considera la posición de "Inicio" ó cero grados. En los hombros del sujeto se fija la parte complementaria sistema superior (Explicado posteriormente), los dos sistemas, superior e inferior, son interconectados mediante las varillas de acople (9)

El movimiento de rotación que realiza el tronco será transmitido al semiaro fijador de pélvis, mediante el siguiente camino:

HOMBROS-SISTEMA SUPERIOR-VARILLAS DE ACOPLE (9)-BARRAS SUPERIORES(6)-BARRAS INFERIORES(7)-SEMIARO FIJADOR DE PELVIS(4)

Para poder obtener la mayor eficiencia en la transmisión del giro de los hombros al semiaro fijador de pélvis, se tuvo bastante cuidado en evitar las posible fricciones mecánicas entre los diferentes elementos. Para este fin, las barras tienen adaptadas tres rodajas cada una de ellas. Estas rodajas corren sobre una guías colocadas en los semiaros. Las rodajas del semiaro superior son

simétricas a las del semiaro inferior, evitando de esta manera al posible torque entre los dos semiaros.

Por último, en los extremos de cada una de las barras inferiores se encuentra un dispositivo llamado cursor, que se explicará en la parte del circuito eléctrico, cuyo objetivo es desarrollar un contacto eléctrico sobre la resistencia, y dependiendo del valor del ángulo es la posición del cursor y por lo tanto el valor de la resistencia eléctrica. Al cursor se le ha soldado un cable, de tal manera que entre este cable y uno de los extremos de la resistencia se pueda conectar un medidor de la misma.

Por otra parte, es importante aclarar que la distancia entre los semiaros se puede variar para diferentes tallas.

Sistema superior.-consiste en una estructura metálica acoplada a la parte superior del tronco, desde el apéndice xifoides hasta los hombros. Cada una de las partes que sujetan a los hombros están unidas entre sí con un par de tubos, asegurando de esta manera a que el giro del tronco en el lado derecho del sujeto en el sentido anterior sea de la misma magnitud que el desplazamiento que sucede en el sentido posterior, y viceversa.

Los sistemas superior e inferior están unidos entre sí mediante 2 varillas de acople, de esta manera al girar el sujeto su tronco desliza el cursor colocado en el semiaro fijador de pélvis.

En conclusión, la medición del ángulo de rotación del tórax, consiste en hacer variar con el giro del tronco la resistencia eléctrica colocada en el semiaro mediante el uso de palancas.

FUNDAMENTOS FISICOS

La transformación de ángulo de rotación del tronco a una señal eléctrica, se basa en una de las Leyes básicas de la electricidad, la Ley de Ohm.

Si se pone en comunicación, por medio de un hilo conductor, dos cuerpos con potencial diferente: la electricidad se propagará, del cuerpo de potencial más elevado hacia el cuerpo de potencial más bajo. La cantidad de electricidad que pasa por segundo, designada como I , es proporcional a la diferencia de potencial entre los dos cuerpos, y está en razón inversa de la resistencia R del circuito. A esto se le conoce precisamente como la Ley de Ohm (Físico alemán del siglo XIX). (11)

Matemáticamente la Ley de Ohm se representa por:

$$I = \frac{V}{R} \quad \text{---(a)}$$

Donde:

I es la cantidad de electricidad que pasa por segundo, designado normalmente con el nombre de corriente.

R es la resistencia del hilo conductor, y se define como la oposición al paso de la corriente.

V es la diferencia de potencial entre los dos cuerpos cargados.

UNIDADES. (Sistema Internacional).

La unidad de la intensidad de corriente es el amperio. El amperio se define como el paso por un conductor de la carga de un Culombio en un segundo su símbolo es A .

La unidad de la resistencia eléctrica es el Ohmio. El

10

Ohmio se define como la resistencia de un conductor por el que pasa la corriente de un amperio, estando aplicada entre sus extremos la diferencia de potencial de un voltio. Su símbolo es Ω .

La unidad de la diferencia de potencial ó voltaje es el voltio. El voltio se define como el producto de un amperio y un Ohmio. Su símbolo es V.

Otras formas como se puede representar la Ley de Ohm (cecc. a) son las siguientes:

$$V=IR-----(b)$$

$$R = \frac{V}{I} \quad -----(c)$$

Una vez definidos los conceptos básicos, se explicaráa continuación el diseño eléctrico del instrumento.

Se utilizó un miliamperímetro, una resistencia y una batería.

En cada una de las ranuras del semiaro fijador de pólvis se enredo alambre magneto del #22, formandose así una resistencia eléctrica en cada una de ellas (Fig 2).

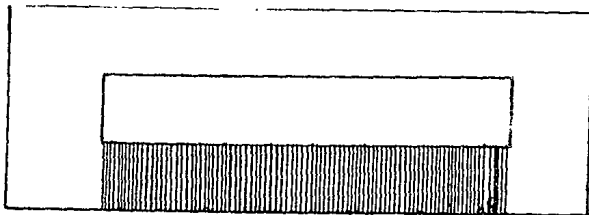


Fig (2)

La longitud de cada ranura es de 26.4 cm y el contorno de cada espira de alambre sobre la ranura es de 6 cm. El # total de espiras que se obtiene a lo largo de los 26.4 cm de la ranura, es de 360. De tal forma que la cantidad total utilizada de alambre es de:

CANTIDAD		LONGITUD DE		NUMERO TOTAL
TOTAL	=	ALAMBRE EN	X	DE ESPIRAS
		CADA ESPIRA		
	=	6 cm	X	360
	=	2180 cm	=	21.6 mts.

Por otra parte, el fabricante del alambre magneto (Conductores Monterrey) informa en sus tablas de características eléctricas, que para este alambre magneto, la resistencia eléctrica por metro lineal es:

$$R_A = 0.06 \Omega/\text{mt}$$

Así que, la cantidad de resistencia total que se obtiene a lo largo de cada una de las ranuras del semiaro fijador de pélvis es:

$$R_{\text{total}} = \text{Cantidad total de alambre magneto} \times R_A$$

$$R_{\text{total}} = 21.6 \text{ mts} \times 0.06 \Omega/\text{mt}$$

$$R_{\text{total}} = 1.296 \Omega$$

Y es esta resistencia la que varía precisamente con el ángulo de rotación del tronco.

La cara interior de la bobina (Todo el conjunto de espiras) se lijó paara dejar libre el cobre, yá que el alambre magneto viene cubierto con una capa de barniz que

le sirve como aislante.

El cursor es el dispositivo, que hace el contacto eléctrico con la resistencia. Encontrándose colocado en el semiaro fijador de pélvis y a la vez acoplado a las varillas inferiores, de tal forma que, al girar el sujeto el cursor se desplaza sobre este semiaro variando la resistencia eléctrica.

Su forma es la de un cuerpo rectangular de dimensiones de 22 x 32 x 120 mm. Las paredes están formadas por placa acrílica de 4 mm de grosor que forman una cámara interna, dentro de esta cámara están colocadas en dos ejes, superior e inferior un par de ruedas de aluminio. La rueda superior le sirve como guía desplazándose sobre el semiaro, y la rueda inferior realiza el contacto eléctrico con la resistencia. Sobre el eje de la rueda inferior está soldado un cable para poder medir la resistencia entre este punto y cualquiera de los extremos de la misma. Fig (3)

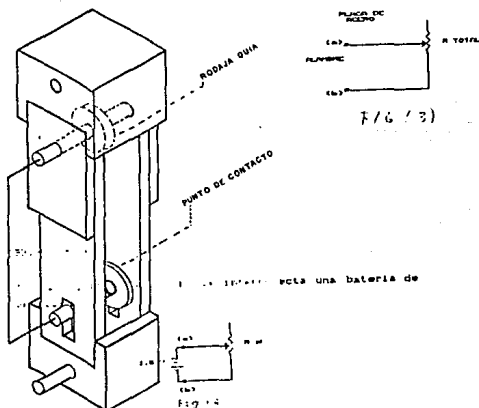


Fig (3). - Cursor y su circuito equivalente.

Si entre los puntos (a) y (b) se interconecta una batería de 1.5 voltios:

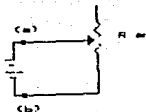


Fig (4)

La corriente I que circula en el circuito es:

$$I = \frac{1.5}{R_{ab}}$$

Tomando valores desde :

$$I = \frac{1.5}{1.296} = 1.15 \text{ Amperes}$$

a:

$$I = \frac{1.5}{0.1} = 15 \text{ Amperes}$$

dependiendo de la posición del cursor sobre la resistencia.

Si se interconecta un medidor de corriente en serie dentro del circuito:

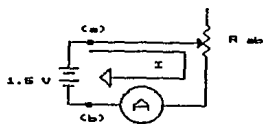


Fig (5)

Se tendra por lo tanto en el medidor, deflexiones de la aguja indicadora que en cierta forma son lecturas correspondientes a los ángulos de rotación.

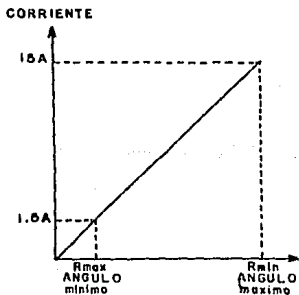


Fig (6)

Sin embargo, tal y como está la configuración del circuito en la Fig (5) , presenta una principal desventaja, el alto consumo de corriente.

Tomando en cuenta que una pila normal entrega corriente

del orden de los miliampers, fue necesario, rediseñar el circuito para disminuir el consumo de corriente, sin perder la correspondencia corriente-ángulo, el circuito propuesto finalmente es:

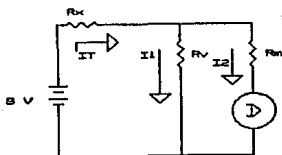


Fig C7)

Donde:

R_m es la resistencia del medidor (miliamperímetro) y tiene un valor de 8Ω .

R_v es la resistencia colocada sobre las ranuras, y como se estableció anteriormente toma valores desde 0 hasta 1.296Ω , dependiendo del ángulo rotado por el sujeto.

R_x es una resistencia limitadora de corriente.

A continuación se muestra el análisis matemático de este circuito, donde se obtiene la ecuación que relaciona la corriente I_2 con el valor de la resistencia R_v . Es importante notar que a medida que aumenta de valor la resistencia R_v la corriente I_2 también aumenta.

ANALISIS MATEMATICO DEL CIRCUITO

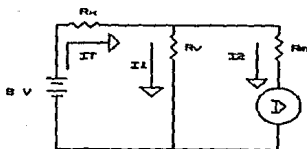


Fig (8)

En el circuito, I_T es la corriente total que entrega la batería de 9 voltios, su magnitud depende los valores de R_x , R_v y R_m , esta corriente se divide a su vez en dos, I_1 e I_2 en la unión de las tres resistencias:

$$I_T = I_1 + I_2$$

Siendo de un valor constante I_T

$$I_1 + I_2 = \text{CTE}$$

Es decir, si I_1 disminuye, I_2 deberá aumentar con la misma cantidad para mantener el valor de I_T .

Por otra parte, la corriente I_1 depende del valor R_v (De acuerdo a la Ley de Ohm, mencionada anteriormente), R_v aumenta I_1 disminuye y, si R_v disminuye I_1 aumenta. Esto explica por lo tanto, que si R_v aumenta, I_2 aumenta, y si R_v disminuye I_2 también disminuye.

I_2 es la corriente que circula a través del medidor.

Las ecuaciones que definen matemáticamente el circuito son:

$$(R_x + R_v) I_1 - R_v I_2 = 9v \quad (1)$$

$$-R_v I_1 + (R_v + R_m) I_2 = 0 \quad (2)$$

Se propone que para una resistencia máxima de R_v igual a 1.296 la corriente I_2 sea igual a 10 mA.

De la ecuación (2) :

$$I_1 = \frac{(R_v + R_m) I_2}{R_v} \quad (3)$$

R_m = Resistencia del medidor y es igual a 8 Ω .

Por lo tanto
$$I_1 = \frac{(1.296 \Omega + 8 \Omega) 0.01 A}{1.296 \Omega}$$

$$I_1 = 0.071 A = 71 \text{ mA}$$

De la ecuación (1), se puede determinar el valor de R_x :

$$R_x = \frac{9 + I_2 R_v}{I_1} - R_v \quad (5)$$

Substituyendo valores:

$$R_x = \frac{9v + (0.01 A) (1.296 \Omega)}{0.071 A} - (1.296 \Omega) (0.071 A)$$

$$R_x = 126.8 \Omega$$

Ya con el valor conocido de R_x se puede establecer una ecuación que manifieste la relación entre R_v e I_2 .

De la ecuación (2) se despeja I_1 :

$$I_1 = \frac{(R_v + 8) I_2}{R_v}$$

Se substituye este valor de I_1 en la ecuación (1)

$$\frac{(R_x + R_v)(R_v + 8) I_2}{R_v} - I_2 R_v = 0$$

Factorizando I_2 :

$$I_2 \left[\frac{(R_x + R_v)(R_v + 8)}{R_v} - R_v \right] = 0$$

$$I_2 \left[\frac{R_x R_v + 8R_x + 8R_v^2 + 8R_v - R_v^2}{R_v} \right] = 0$$

$$I_2 \left[\frac{R_v (R_x + 8) + 8R_x}{R_v} \right] = 0$$

$$I_2 = \frac{0R_v}{R_v (R_x + 8) + 8R_x}$$

$$I_2 = \frac{0R_v}{R_v (126.8 + 8) + 8 (126.8)}$$

$$I_2 = \frac{0R_v}{134.8 R_v + 1014.4}$$

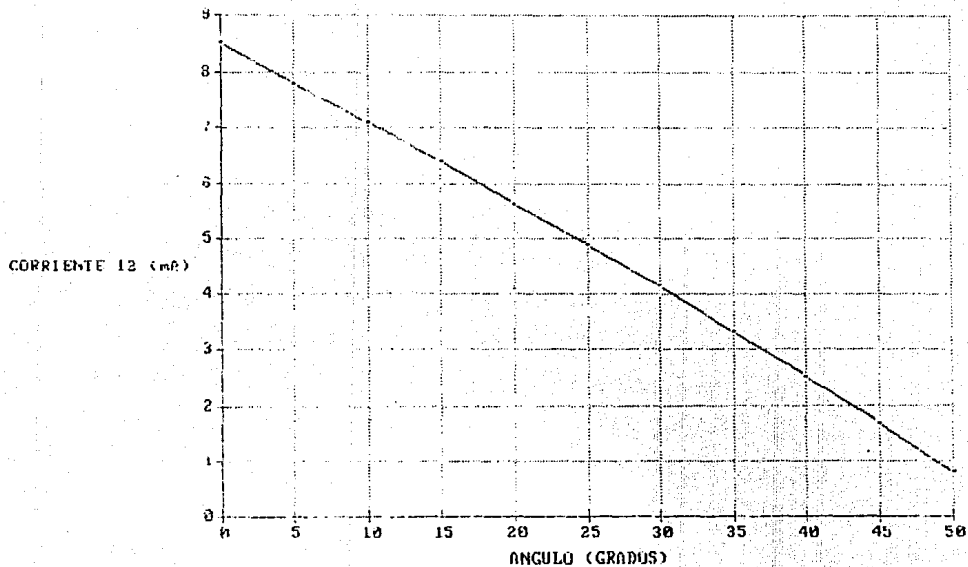
RESULTADOS

Al finalizar la elaboración de este instrumento, se realizaron diferentes pruebas en laboratorio. Estas pruebas consistieron en verificar la precisión, repetibilidad, sensibilidad y confiabilidad propias del instrumento, así como la aplicación de éste, en la medición del ángulo de rotación con diferentes sujetos.

CORRIENTE (mA)	ANGULO (GRADOS)
8.5	0
7.8	5
7.1	10
6.9	15
5.8	20
4.9	25
4.15	30
3.3	35
2.5	40
1.7	45
0.8	50

TABLA # 1.- RELACION TEORICA CORRIENTE ANGULO

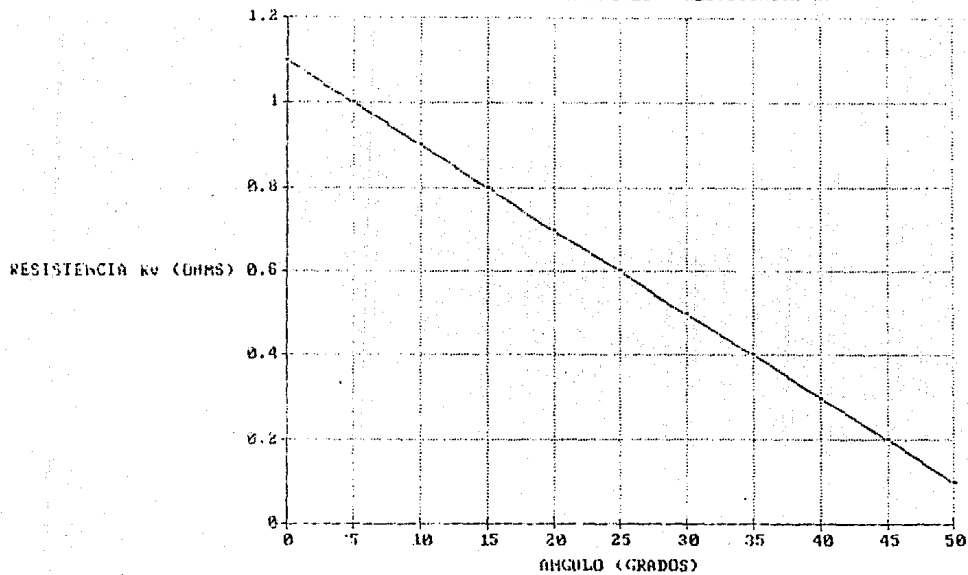
RELACION TEORICA ANGULO - CORRIENTE I2



RESISTENCIA (σ)	ANGULO (GRADOS)
1.1	0
1	5
0.9	10
0.8	15
0.7	20
0.6	25
0.5	30
0.4	35
0.3	40
0.2	45
0.1	50

TABLA # 2. -RELACION TEORICA RESISTENCIA-ANGULO

RELACION TEORICA ANGULO - RESISTENCIA R_V



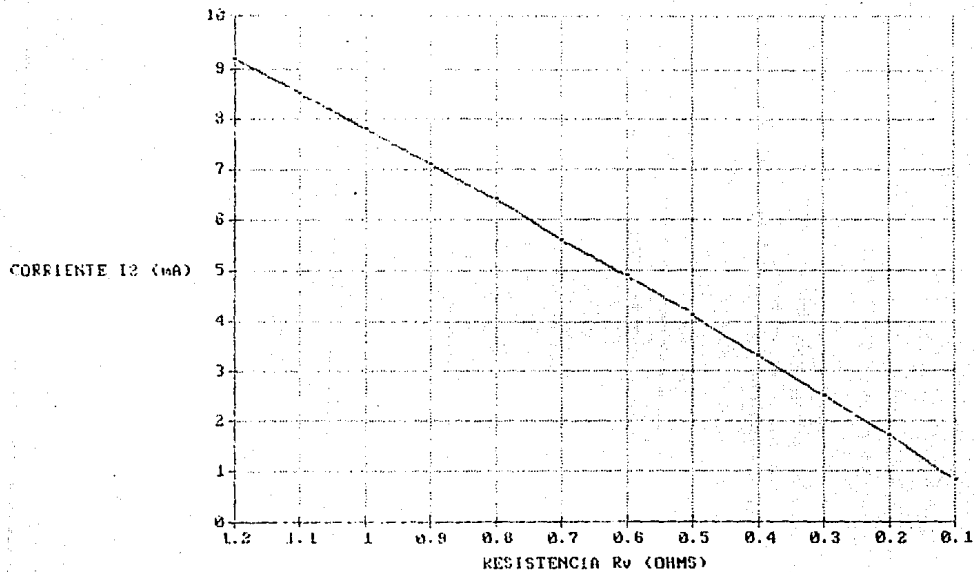
83

29

CORRIENTE (mA)	RESISTENCIA (Ω)
8.5	1.1
7.8	1
7.1	0.9
6.9	0.8
5.6	0.7
4.9	0.6
4.15	0.5
3.3	0.4
2.5	0.3
1.7	0.2
0.8	0.1

TABLA # 3. - RELACION TEORICA CORRIENTE-RESISTENCIA

RELACION TEORICA RESISTENCIA R_v - CORRIENTE I_2



No. 1111

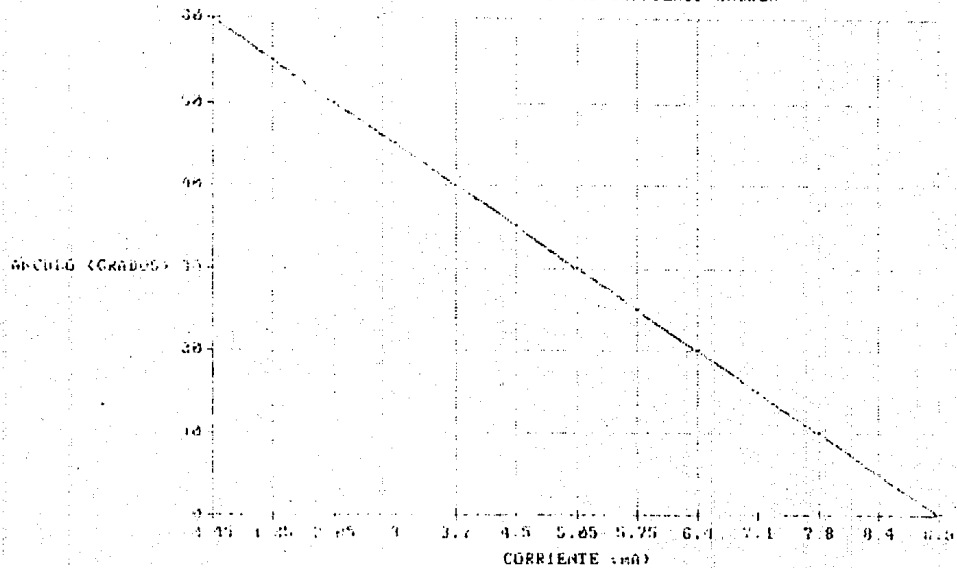
26

26

CORRIENTE (mA)	ANGULO (GRADOS)
0.45	60
1.25	55
2.05	50
3	45
3.7	40
4.5	35
5.05	30
5.75	25
6.4	20
7.1	15
7.8	10
8.4	5
8.9	0

TABLA # 4.- RELACION CORRIENTE-ANGULO MEDIDO EN FORMA EXPERIMENTAL SOBRE EL LADO IZQUIERDO DEL INSTRUMENTO.

RELACION EXPERIMENTAL CORRIENTE-ANGULO



A manera de comprobación de la técnica y del propio instrumento se midió el ángulo de rotación en 13 sujetos sanos de ambos sexos, cuyas edades oscilaban entre los 20 y los 50 años y de diferentes ocupaciones.

SEXO	EDAD (AÑOS)	OCUPACION	ANGULO DERECHO (GRADOS)	ANGULO IZQUIERDO (GRADOS)
M	33	ANALISTA	50	54
F	25	CONTADORA	45	48
F	33	CAJERA	50	52
M	48	CARPINTERO	44	46
M	56	TECNICO	56	56
M	28	ODONTOLOGO	58	55
F	20	ESTUDIANTE	52	50
M	34	TECNICO	47	45
M	27	HISTOTECNICO	54	52
F	29	REHABILITADOR	55	53
M	29	INGENIERO	53	51
F	38	LABORATORISTA	45	45
F	28	BIOLOGA	52	50

CONCLUSIONES

Al finalizar este proyecto, se logró el objetivo principal, que fué diseñar un nuevo aparato electromecánico para establecer una técnica no invasiva que permita la medición de la rotación del tronco. Llegandose a las siguientes conclusiones:

1.-En cada una de las técnicas reportadas, la postura del sujeto difiere entre ellas, después de analizar las posibles alternativas en cuanto a postura que se debería utilizar para este proyecto, la mejor forma de eliminar los errores debido a movimientos propios de la pélvis y extremidades inferiores, fué la de colocar al individuo en posición sedente con los pies volando.

2.-Se debe destacar que aún cuando la comprobación del instrumento y de la técnica propia, la cuál fué realizada en 13 sujetos, concordó con los resultados obtenidos con los de otros métodos. Debido a que no es una cantidad significativa, es recomendable programar un estudio con una población mayor para poder estandarizar un patrón normal para esta técnica.

3.-En nuestra área de Rehabilitación esta técnica nos permite tener una medición objetiva de la rotación del tronco, ya que actualmente la cuantificación de este ángulo depende de una apreciación subjetiva por el explorador.

4.-Concretizar un dispositivo de nueva creación, implicó visualizar diferentes alternativas de solución, entre las que destacaban la óptica, magnética, radiológica y electromecánica. Siendo esta última por la que se optó, tomándose tres conceptos básicos:

a) La confiabilidad que se pudiera obtener de la solución

seleccionada.

b) Que los materiales y elementos para construcción fueran de origen ó al menos de fácil adquisición en el mercado Nacional. Esto coadyuvó a desarrollar totalmente tecnología Mexicana.

c) Que la infraestructura y equipo necesario para el desarrollo de este proyecto estuvieran a nuestro alcance.

BIBLIOGRAFIA:

- 1.- GARY, G. AN IN VIVO STUDY OF AXIAL ROTATION OF THE HUMAN THORACO LUMBAR SPINE. J. BONE JOINT SURG. 1967; 28: 138 - 141
- 2.- HAR - DUDLEY, F. THE PATTERN OF CHESTAND SPINAL MOBILITY IN ANKI LOSING SPANDYLITIS. ANNRHEUM 1974, 32: 122 - 126
- 3.- HART, F. D. STRICKLAND. MEASUREMENT OF SPINAL MOBILITY. ANN - RHEUMS 1974; 33: 136 - 139
- 4.- KAPANDJI. THE PHYSIOLOGY OF THE JOINTS. THE TRUNK AND THE VERTEBRAL COLUMN. SECOND EDITION, 1980; 3: 128 - 168
- 5.- LOEBLE, W. Y. MEASUREMENT OF SPINAL POSTURE AND RANGE OF SPINAL MOVEMENT. ANN PHYSICAL MED. 1967; 9: 103 - 110
- 6.- MACRASE, AND V. WRIGHT. MEASUREMENTO OF BACK MOVEMENTO. ANN RHEUM DIS 1969; 28: 584 - 588
- 7.- MELLIN, GY. METHOD AND INSTRUMENT FOR NO INVASIVE MEASUREMENT OF THOPACOLUMBAR ROTATION SPINE 1984; 12: 142 - 146
- 8.- MOLL, J. M. H. AND WRIGHT. NORMAL RANGE OF SPINAL MOBILITY. ANN RHEUM 1971; 30: 381 - 184
- 9.- PASSAHOW, EDWARD, MANUAL PRACTICO DE REFERENCIAS. EDIT. MCGRAW - HILL. 1986; 196 - 201
- 10.- PORTE K, M. J. PEARCY. CORRELATION. BETWEEN RADIOGRAPHIC. AND CLINICAL MEASUREMENT OF LUMBAR SPINE MOVEMENT. BRITISH J. OF - REUMATOLOGY 1983; 22: 197 - 205
- 11.- REYNOLD, P. M. G. MEASUREMENT OF SPINAL MOBILITY, COMPARISON OF THE THREE METHODS. RHEUMATOL REHABIL 1975; 12: 180 - 185
- 12.- WEISS, C. MANUAL DE FISICA BIOLOGICA. EDIT. NACIONAL, QUINTA - EDICION FRANCESA. 1980