

11222
17
Zej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
CENTRO NACIONAL DE REHABILITACION
SECRETARIA DE SALUD

ESTANDARIZACION DEL PATRON DE PRESION
PLANTAR CON PLANTOMETRIA EN SUJETOS SANOS
EN EL CENTRO NACIONAL DE REHABILITACION

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

ESPECIALISTA EN

MEDICINA DE REHABILITACION

P R E S E N T A:

DRA. ROSA ESTHER REAL DE LA CRUZ

PROFESOR TITULAR:
DR. LUIS GUILLERMO IBARRA



MEXICO, D. F. 1999

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

278704



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
CENTRO NACIONAL DE REHABILITACIÓN -ORTOPEDIA-
SECRETARÍA DE SALUD.

ESTANDARIZACIÓN DEL PATRÓN DE PRESIÓN PLANTAR
CON PLANTOMETRÍA EN SUJETOS SANOS EN EL CENTRO
NACIONAL DE REHABILITACIÓN

TESIS

REALIZADA PARA OBTENER EL TÍTULO DE
ESPECIALISTA EN MEDICINA DE REHABILITACIÓN

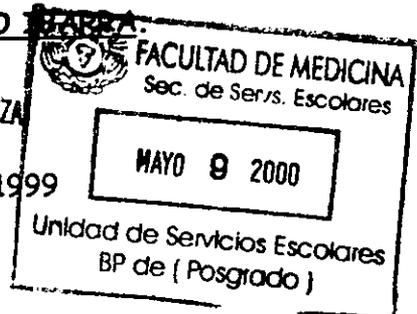
REALIZA : DRA. ROSA ESTHER REAL DE LA CRUZ.
RESIDENTE DE TERCER AÑO.

ESPECIALIDAD MEDICINA DE REHABILITACIÓN.



TUTOR : DR. LUIS GUILLERMO BARRA.

C. N. R.
DIVISIÓN DE ENSEÑANZA
E INVESTIGACIÓN
MEXICO D.F. 1999



AGRADEZCO A DIOS POR HABERME DADO:
PADRES DIGNOS DE SER EJEMPLO DE FÉ, PERSEVERANCIA Y AMOR A SUS HIJOS.
HERMANOS QUE ENORGULLECEN DÍA CON DÍA A SU FAMILIA.
OPORTUNIDAD DE ESTUDIAR.

AGRADEZCO A MIS PADRES
POR HABERME DADO LA VIDA.

AGRADEZCO A MIS TIOS:
JOSEFINA Y REFUGIO, POR TODAS SUS ATENCIONES.

AGRADEZCO A
A TODOS Y CADA UNO DE LOS MEDICOS
QUE ME DIERON: CLASES, APOYO, Y UN CONSEJO.

AL DR. SAÚL R. LEÓN HERNÁNDEZ.
POR SU AYUDA DESINTERESADA.

A TODOS LOS PACIENTES POR ... SU PACIENCIA.

Y DIOS DIJO:

VENGAN A MÍ LOS QUE SE SIENTEN
CANSADOS Y AGOBIADOS YO LOS ALIVIARÉ.

INDICE

	Paginas
INTRODUCCIÓN	2
MATERIAL Y MÉTODOS	6
ANÁLISIS DE RESULTADOS	11
DISCUSIÓN	25
CONCLUSIONES	28
REFERENCIAS	30

ESTANDARIZACIÓN DEL PATRÓN DE PRESIÓN PLANTAR CON PLANTOMETRÍA EN SUJETOS SANOS EN EL CENTRO NACIONAL DE REHABILITACIÓN

INTRODUCCIÓN.

El análisis de la huella plantar tiene una variedad de métodos descritos en la literatura que miden ángulos, índices ó superficies. Recientemente se han usado diferentes sistemas computarizados para valorar la distribución de la presión plantar al realizar la marcha, uno de estos sistemas es la Plantometría, que, además, nos ayuda a evaluar la biomecánica del pie.(1,2,3,10,12,)

El primer sistema creado se ha atribuido a Forstall en 1925 llamado sistema de impresión estática del pie.(23) Muchos sistemas y métodos han salido del laboratorio a la practica clínica, son métodos dinámicos, fiables y están comercialmente disponibles (3,4,15,17,23,25,); Sin embargo como son sistemas nuevos, un elemento de búsqueda acompaña su uso clínico con el fin de documentar resultados y estandarizar metodología para su uso. (1,2,4,5,7,8,9,10,11,12,14, 20,21,23) Estas estandarizaciones se han realizado predominantemente en Europa y en Estados Unidos, donde el uso de la

Plantometría se demuestra mediante la comparación de los diferentes aparatos, de grupos de pacientes así como en la valoración de tratamientos. (1,2,4,5,6,7,11,18,21,26). En México esta reportado un estudio donde se valora con la Plantometria el resultado del tratamiento pre y post ortésico en los defectos posturales del pie en niños mexicanos (10) también se realizó en 1996 un protocolo de investigación en el cuál con el uso de Plantometría se valora al paciente con polineuropatía diabética.

Para algunos autores existen factores que contribuyen al incremento de la presión plantar como son: Aumento de la masa del cuerpo debida a obesidad; Alteraciones de la planta del pie como callosidades que actúan como cuerpos extraños; Deformidades del pie por atrofia, desplazamiento o alteraciones mecánicas; y Alteraciones de la movilidad articular.(8).

El estudio de Plantometría puede ser dinámico o estático, cada pie es dividido en diferentes regiones (1,3,4,17) en estas se determinan: la presión máxima total, la presión máxima en cada región, el impulso local y el porcentaje de impulso relativo, estas ultimas mediciones dependiendo del autor pueden cambiar de nomenclatura y llamarse la fuerza neta regional, y porcentaje de fuerza neta regional, ambas son de valor para entender la función del pie (2).

Según Cavanagh el rango de pico de presión en una región normal es muy extenso aproximadamente de 1000 Kpa (kilopascales)(6). La Plantometría debe ser una herramienta de diagnóstico que en conjunto con la valoración clínica se use en:

La valoración del efecto de un tratamiento pre y post quirúrgico mediante la medición secuencial; Evaluación de tratamientos ortésicos; Identificación de áreas potenciales de ulceración; Determinación de defectos en la alineación del pie; Valoración del pie neuropático y del pie con patologías ortopédicas (3,4,6,10,13,14,16,18,19,23).

El propósito del estudio fue desarrollar para la población adulta sana del Centro Nacional de Ortopedia, una base de datos que describa el patrón de presión plantar normal, que pueda servir de referencia para compararla con patologías del pie. El objetivo fue determinar los picos de presión plantar en pies de adultos clínicamente sanos, determinar si la edad, peso y estatura del sujeto tiene relación con el patrón de distribución de la presión plantar. La hipótesis que planteamos fue: Es probable que el patrón de presión plantar de una muestra de individuos con pies sanos observados en el Centro Nacional de Ortopedia no difiera significativamente de los patrones reportados en la

literatura internacional y que éstos varíen significativamente dependiendo de la edad, el peso y la talla de los individuos, la variación que sé previo fue: a mayor peso mayor presión en las áreas metatarsianas, del hallux, y talón, la estatura correlacionara con el peso contribuyendo directamente al aumento de la presión plantar en dichas áreas, el patrón de presión plantar diferirá significativamente según la edad. Este estudio fue prospectivo, transversal, descriptivo y observacional de tipo muestra para búsqueda de normalidad.

MATERIAL Y METODOS

El estudio se llevó a cabo durante el período comprendido entre el 1º de abril de 1998 y el 15 de diciembre de 1998. fueron incluidos sujetos que quisieran participar en el estudio y que cumplieran con los criterios de inclusión abajo mencionados.

El instrumento empleado para medir la presión plantar en este estudio es un sistema EMED-SF (EMED Elektronisches Meßsystem zur Erfassung von Druckverteilungen) lo que significa dispositivo de medición electrónica para el registro de la distribución de las presiones, con un software novelgmbh (novel, GmbH, Munich; Germany).

El sistema de medición consiste en una plataforma con una matriz de transductores de diferente capacitancia con 2.736 sensores (4/ cm²) y un promedio de velocidad de 50 Hz. La señal de salida de la plataforma EMED-SF es procesada por una micro-computadora plantográfica EMED. Los datos se almacenaron en un disquete 3.5".

Los datos posteriormente fueron impresos bajo un esquema de color 1:1 (talla original del pie de cada paciente).

Este estudio consistió de una muestra de 150 pies de voluntarios hombres y mujeres con diferente edad que no tuvieran conocimiento previo de historia de problemas o desordenes en la marcha y que sus pies estuvieran libres de dolor. La valoración clínica de la marcha y la exploración física aseguraron el movimiento normal de ambos miembros pélvicos, la edad, peso y talla se registraron en cada sujeto.

Los sujetos excluidos del estudio fueron los que presentaban problemas neuropáticos u ortopédicos, sujetos con marcha patológica observada clínicamente, mujeres embarazadas y sujetos con patologías crónicas degenerativas.

El estudio se le explicó cuidadosamente a cada sujeto, se realizó la valoración clínica de la marcha y la exploración física, con los cuales se aseguró el movimiento normal de los miembros pélvicos.

La plantometría computarizada se realizó en el Centro Nacional de Rehabilitación -ORTOPEDIA-. En el laboratorio de análisis de marcha.

Esta analizó dinámicamente la distribución de la presión plantar (en Newtons) y el área de apoyo (en centímetros cuadrados).

Se le pidió a cada sujeto que caminara con los pies descalzos sobre la plataforma de medición las veces que fueran necesarias, al obtener una imagen adecuada de cada pie por separado se capturó esta en un disquete 3.5", posteriormente se realizó copia impresa de cada pie, con imagen 1:1.

Cada pie fue dividido en 8 regiones capaces de ser analizadas por su relación con estructuras anatómicas, el procedimiento para la división regional se realizó acorde a porcentajes para la longitud y ancho del pie. Se le dio a cada región un número del 1 al 8 los cuales son:

- No.- 1 = Región lateral del talón.
- No.- 2 = Región medial del talón.
- No.- 3 = Región lateral del medio pie.
- No.- 4 = Región medial del medio pie.
- No.- 5 = Región del cuarto y quinto metatarsianos.
- No.- 6 = Región de las cabezas de segundo y tercer metatarsiano.
- No.- 7 = Región del primer metatarsiano
- No.- 8 = Región del primer dedo. (Hallux).

Hay limitación para ésta división regional, debida a las diferencias anatómicas de los sujetos.

Posteriormente se realizó el análisis de las condiciones importantes del estudio.

Los parámetros de interés determinados en cada estudio fueron:

- ❖ La presión máxima para el pie, la cual se reportó como el pico de presión máxima para todo el pie,
- ❖ La presión máxima para cada región seleccionada, este valor se reportó como el mayor pico de presión dado en cada región; debido a la gran talla de cada una de las regiones, el pico de presión en dos regiones adyacentes fue compartido por ellas, esto causó inflación de la correlación entre las dos regiones adyacentes.
- ❖ El impulso local o regional (fuerza regional) la presión de cada región se multiplicó por su área (presión x área).
- ❖ El impulso relativo (porcentaje de fuerza regional) el cual es expresado como un porcentaje, este valor se obtiene por medio de la suma de los impulsos locales dividida entre el impulso regional estudiado.

Este procedimiento dió un patrón de distribución de carga relativa que es independiente del peso del sujeto o de las dimensiones de la planta del pie. Posteriormente se correlacionaron con edad, peso y talla.

La captura de datos se realizó en una PC con la ayuda de los paquetes de estadística de Microsoft Excel 97 y SPSS 8.0 para Windows.

Para éste estudio se usó el método estadístico descriptivo e inferencial usando comparaciones entre las variables, y el análisis de regresión múltiple para determinar la influencia de estas sobre el impulso relativo.

RESULTADOS:

Fue una muestra de 156 pies, 78 derechos y 78 izquierdos, (121 pies femeninos y 35 pies masculinos). Con un promedio de edad entre los sujetos de 32.5 años (rango de 25-52 años) y una desviación estándar (DS) de 7.2 años.

El peso promedio es de 65.3 kg. con una DS de 12.5 kg., la estatura promedio ascendió a 159.5 cms. con una DS de 8.7 cms. El promedio de presión máxima para todas las regiones seleccionadas del pie fue de 74.4 Newtons (N) una DS de 22.8 N, el área total promedio del pie fue de 123.6 cm² y una DS de 18.4 cm², en la tabla 1 se demuestran las características de los 156 sujetos estudiados.

Tabla 1
CARACTERISTICAS DE LOS SUJETOS.
(N= 156 sujetos)

	media	DS	Min.	Max.
Edad	32.57	7.26	25.0	52.0
Peso	65.32	12.53	43.0	100.0
Talla	159.46	8.77	144.0	185.0
Presión max.	74.46	22.86	36.0	129.0
Área total	123.69	18.43	83.0	176.0

(unidades de medición: edad-años, peso-kgs., talla-cms., presión-Newton, área-cm²)

Al analizar la presión máxima por regiones esta se presentó en la región 6 (segundo y tercer metatarsianos) con un promedio de 61.1 N, una DS de 25.6 la menor presión se presentó en la región 4 (región medial del medio pie) con un promedio de presión de 11.0 N y una DS de 5.3 N respectivamente.(tabla 2)

TABLA 2
PRESIÓN MÁXIMA BAJO LAS REGIONES DEL PIE
 (media y desviación estándar)

REGIÓN	MEDIA	DS
Lateral del talón	32.3718	9.4085
Medial del talón	34.7564	12.3708
Lateral medio-pie	12.5256	5.3079
Medial medio-pie	11.0385	4.5050
4-5 metatarsianos	36.8013	14.9664
2-3 metatarsianos	61.0641	25.6555
1 er metatarsiano	34.1026	16.1202
Hallux	55.5769	23.8309

(Presión máxima Newtons)

Al realizar el análisis del impulso relativo encontramos en la región 6 el porcentaje más elevado: 22.6% con una DS de 7.14%. el menor porcentaje lo observamos en la región 4 con un 4.73% y una DS de 2.8. en la tabla 3 se demuestran los porcentajes del impulso relativo por regiones.

Tabla 3.

IMPULSO RELATIVO (%) EN LAS REGIONES BAJO EL PIE

(media y desviación estándar)

REGIONES	MEDIA	DS
Lateral talón	12.4935	3.1475
Medial talón	13.38.3	3.8892
Lateral medio-pie	5.3242	2.3341
Medial medio-pie	4.7387	2.0860
4-5 metatarsianos.	13.8524	4.2140
2-3 metatarsiano	22.6671	7.1409
1 er metatarsiano	12.9758	5.6014
Hallux:	14.5400	6.5580

En la tabla 4 observamos el coeficiente B con los valores de t Student y sus respectivos niveles de significancia, para la correlación múltiple entre edad, peso y talla para el impulso relativo de la región 1. La edad, peso y talla constituyen variables independientes que constituyen a explicar la varianza del impulso relativo para la región 1, la ecuación de regresión para predecir el impulso relativo en la región 1 es entonces:

$$Y = 7.713 - 0.00733 (\text{edad}) - 0.005954 (\text{peso}) + 0.006935 (\text{talla}).$$

Tabla 4

Coeficientes.

MODELO	COEFICIENTE NO ESTANDARIZADO		COEFICIENTE ESTANDARIZADO BETA	t	sig.	INTERVALO DE CONFIANZA 95%	
	B	Error Estand				Limite Min.	Limite Max.
Constante	7.713	4.967		1.553	.123	-2.101	17.526
Edad	-7.33E-02	.034	-.169	-2.142	.034	-.141	-.006
Peso	-5.95E-02	.022	-.237	-2.651	.009	-.104	-.015
Talla	6.935E-02	.033	.193	2.132	.035	.005	.134

Variable dependiente: impulso relativo REGIÓN 1.

En la tabla 5 se observan los coeficientes B con los valores de t de Student y sus respectivos niveles de significancia para la correlación múltiple entre edad, peso y talla para el impulso relativo de la región 2, en este caso peso y talla constituyen variables independientes que contribuyen a explicar la varianza del impulso relativo de la región 2, la ecuación de regresión para predecir el impulso relativo de la región 2 es:

$$Y = 0.992 - 0.111 (\text{peso}) + 0.137 (\text{talla})$$

Tabla 5

Coeficientes.

MODELO	COEFICIENTE NO ESTANDARIZADO		COEFICIENTE ESTANDARIZADO BETA	t	sig.	INTERVALO DE CONFIANZA 95%	
	B	Error Estand				Limite Min.	Limite Max.
Constante	.992	5.940		.167	.868	-10.745	12.729
Edad	-7.1E-02	.041	-.132	-1.724	.087	-.151	.010
Peso	-.111	.027	-.356	-4.117	.000	-.164	-.058
Talla	.137	.039	.310	3.532	.001	.061	.214

Variable dependiente: impulso relativo REGIÓN 2.

Los coeficientes B con los valores de t de Student y sus respectivos niveles de significancia para la correlación múltiple entre edad, peso y talla para el impulso relativo de la región 3 (lateral del talón) se observan en la tabla 6. El peso y la talla son variables independientes que explican la varianza para el impulso relativo en la región 3, la ecuación de regresión es:

$$Y = 10.284 + 0.007430 (\text{peso}) - 0.006179 (\text{talla})$$

Tabla 6

Coeficientes.

MODELO	COEFICIENTE NO ESTANDARIZADO		COEFICIENTE ESTANDARIZADO BETA	t	Sig.	INTERVALO DE CONFIANZA 95%	
	B	Error Estand				Limite Min.	Limite Max.
Constante	10.284	3.615		2.845	.005	3.142	17.426
Edad	1.206E-03	.0025	.004	.048	.967	-.048	.050
Peso	7.430E-02	.016	.399	4.545	.000	.042	-.107
Talla	-6.179E-02	.024	.232	-2.610	.010	-.109	.015

Variable dependiente: impulso relativo REGIÓN 3.

En la tabla 7 se describen los resultados similares para la predicción del impulso relativo de la región 4, en este caso la ecuación de la regresión múltiple nos revela que peso y estatura constituyen variables independientes que contribuyen a explicar la varianza del impulso relativo, la ecuación de regresión para predecir el impulso relativo en la región 4 es:

$$Y = 16.231 + 0.009518 (\text{peso}) - 0.116 (\text{talla}).$$

Tabla 7

Coefficientes.

MODELO	COEFICIENTE NO ESTANDARIZADO		COEFICIENTE ESTANDARIZADO BETA	t	sig.	INTERVALO DE CONFIANZA 95%	
	B	Error Estand				Limite Min.	Limite Max.
Constante	16.231	2.866		5.663	.000	10.568	21.893
Edad	2.220E-02	.020	.077	1.124	.263	-.017	.061
Peso	9.518E-02	.013	.572	7.342	.000	.070	.121
Talla	-.116	.019	-.486	-6.158	.000	-.153	-.079

Variable dependiente: impulso relativo REGIÓN 4.

Para observar los coeficientes B con los valores de t Student y sus respectivos niveles de significancia para la correlación múltiple entre edad, peso y talla en el impulso relativo de la región 5. Podemos ver la tabla 8.

La edad constituye la única variable independiente que ayuda a explicar la varianza del impulso relativo en la región 5, por lo que la ecuación de regresión Para el impulso relativo de la región 5 es:

$$Y = 10.967 + 0.007027(\text{peso})$$

Tabla 8

Coeficientes.

MODELO	COEFICIENTE NO ESTANDARIZADO		COEFICIENTE ESTANDARIZADO BETA	t	sig.	INTERVALO DE CONFIANZA 95%	
	B	Error Estand				Limite Min.	Limite Max.
Constante	10.967	6.789		1.615	.108	-2.445	24.380
Edad	-4.93E-02	.047	-.085	-1.053	.294	-.142	.043
Peso	7.027E-02	.031	.209	2.289	.023	.010	1.31
Talla	-6.30E-04	.044	-.001	-.014	.989	-.088	0.87

Variable dependiente: impulso relativo REGIÓN 5.

En la ecuación de regresión para predecir el impulso relativo en la región 6. (tabla 8) La edad es la única variable independiente que contribuye a explicar la varianza del impulso relativo de la región 6, la ecuación de regresión para predecir el impulso relativo de la región 6 es:

$$Y = 20.444 + 0.187 (\text{edad})$$

Tabla 8

Coefficientes.

MODELO	COEFICIENTE NO ESTANDARIZADO		COEFICIENTE ESTANDARIZADO BETA	t	sig.	INTERVALO DE CONFIANZA 95%	
	B	Error Estand				Limite Min.	Limite Max.
Constante	20.444	11.554		1.769	.079	-2.383	43.271
Edad	.187	.080	.190	2.350	.020	.030	.344
Peso	-3.85E-02	.052	-.068	-.736	.463	-.142	.065
Talla	-8.51E-03	.076	-.010	-.112	.911	-.158	.141

Variable dependiente: impulso relativo REGIÓN 6.

La ecuación de regresión para el impulso relativo en la región 7, se muestra en la tabla 9 en ésta observamos que ninguna variable contribuye a explicar la varianza,

Tabla 9

Coeficientes.

MODELO	COEFICIENTE NO ESTANDARIZADO		COEFICIENTE ESTANDARIZADO BETA	t	sig.	INTERVALO DE CONFIANZA 95%	
	B	Error Estand				Limite Min.	Limite Max.
Constante	28.299	9.006		3.142	.002	10.505	46.093
Edad	-5.9E-02	.062	-.076	-.946	.345	-.181	.064
Peso	-7.6E-02	.041	-.171	-1.878	.062	-.157	.004
Talla	-5.3E-02	.059	-.083	-.895	.372	-.169	.064

Variable dependiente: impulso relativo REGIÓN 7.

Como podemos observar en la tabla 10, en la ecuación de regresión para el impulso relativo de la región 8 no hay correlación significativa entre edad peso y talla con el impulso relativo.

Tabla 10

Coefficientes.

MODELO	COEFICIENTE NO ESTANDARIZADO		COEFICIENTE ESTANDARIZADO BETA	t	sig.	INTERVALO DE CONFIANZA 95%	
	B	Error Estand				Limite Min.	Limite Max.
Constante	5.250	10.759		.488	.626	-16.006	26.506
Edad	4.020E-02	.074	.045	.542	.588	-.106	.187
Peso	4.774E-02	.049	.091	.981	.328	-.048	.144
Talla	3.049E-02	.070	.041	.433	.666	-.109	0.170

Variable dependiente: impulso relativo REGIÓN 8.

Para el impulso relativo de la región 1: el percentil 5 es igual a 7.54; el 25 a 10.42; el 50 a 12.43; el 75 a 14.54; el 90 a 16.83; el 99 a 20.69.. El 55 % de la muestra está por abajo de 12.89% como valor normal del impulso relativo en la región 1.

Para el impulso relativo de la región 2: el percentil 5 es igual a 7.82; el 25 es 10.27; el 50 es 13.12; el 75 es 15.69; el 95 es 20.14; el 99 es igual a 26.54, el 55 % de la muestra está por arriba de 13.61% como valor normal del impulso relativo en la región 2.

Para el impulso relativo de la región 3: el percentil 5 es igual a 1.72, para el 25 es 3.59; para el 50 es 4.99; el 75 es igual a 7.12; el 95 es 9.60; el 99 es de 10.89; el 55 % de la muestra esta por arriba de 5.33% como valor normal de la muestra para el impulso relativo de la región 3.

Para el impulso relativo de la región 4: el percentil 5 es igual a 1.66; el 25 es 3.33; el 50 es igual a 4.46; el 75 es a 6.05; el 95 es igual a 8.59; el 99 es igual a 10.54; el 55% de la muestra esta por arriba de 4.64% como valor normal del impulso relativo para la región 4.

Para el impulso relativo de la región 5: el percentil 5 es igual a 8.09; el 25 es igual a 10.81; el 50 es igual a 13.41; el 75 es igual a 16.10; el 90 es igual a

18.99; el 99 es igual a 29.77, el 55 % de la muestra esta por arriba de 13.84% como valor normal del impulso relativo para la región 5.

Para el impulso relativo de la región 6: el percentil 5 es igual a 8.09; el 25 es 10.81; el 50 es 13.41; el 75 es 16.10; el 95 es igual a 18.99; el 99 es igual a 29.77; el 55% de la muestra esta por arriba de 22.11% como valor normal del impulso relativo en la región 6.

Para el impulso relativo de la región 7: el percentil 5 corresponde a 5.87; el 25 a 9.26; el 50 a 11.88; el 75 a 14.89; el 95 a 25.43; el 99 a 34.18, el 55% de la muestra esta por arriba de 12.42% como valor normal para del impulso relativo para la región 7.

Para el impulso relativo de la región 8: el percentil 5 corresponde a 5.40; el 25 a 9.80; el 50 a 12.89; el 75 a 20.21; el 95 a 26.22; el 99 a 30.10, el 55% de la muestra está por arriba de 13.46% como valor normal del impulso relativo en la región 8.

La regresión múltiple reporta un coeficiente de determinación:

$r = 0.298$ para la correlación entre edad, peso y talla con respecto al impulso relativo de la región 1, con una $p = 0.003$

$r = 0.382$ para la correlación entre peso y talla con respecto al impulso relativo de la región 2 con una $p < 0.0001$

$r = 0.350$ para la correlación entre peso y talla con respecto al impulso relativo de la región 3 con una $p < 0.0001$.

$r = 0.556$ para la correlación entre peso y talla con respecto al impulso relativo de la región 4 con una $p < 0.0001$.

$r = 0.556$ para la correlación entre peso y talla con respecto al impulso relativo de la región 5 con una $p < 0.0001$.

$r = 0.205$ para la correlación con edad con respecto al impulso relativo de la región 6 con una $p > 0.05$

Para las regiones 7 y 8 sus coeficientes son $r = 0.232$ y $r = 0.123$ con una $P > 0.05$

En las regiones 1,2,3,4,5 ambos coeficientes son significativos.

DISCUSIÓN

El análisis de los picos de presión entre las regiones del pie revela que los picos de máxima presión durante la marcha se encuentran en la región del ante-pie, y los promedios más bajos se encuentran en la región de medio-pie.

Este resultado no difiere con los estudios de estandarización realizados por Hennig (4), si difiere de los estudios reportados por Cavanagh (1) quien menciona que el mayor promedio de presión es en el talón. Esta discrepancia con Cavanagh probablemente sea debida a que éste realizó su estandarización valorando de forma estática el pie.

Revisando las regiones del pie, el mayor promedio de presión máxima se encontró en este estudio en la región del 2-3 metatarsianos (región 6), lo que tampoco difiere con los estudios reportados por Hennig (4) y Alexander(7). Podemos observar que las elevadas desviaciones estándar en todas las regiones del pie reflejan un patrón de presión altamente variable entre los sujetos.

Como se mencionó anteriormente el impulso relativo (porcentaje de fuerza neta) de cada una de las regiones es mejor descrito como el porcentaje del impulso local (carga relativa (presión x área)) de una región en particular del pie comparado con las otras regiones. El mayor porcentaje de impulso

relativo en este estudio es sustentado en la región del segundo y tercer metatarsianos (región 6) 22.6% seguido por el cuarto y quinto metatarsianos (región 5) 13.8% y el primer metatarsiano (región 7) 12.9%. Esto resulta claramente contradecir el concepto de un arco transversal funcional bajo el ante-pie durante la marcha. ("teoría del trípode") Si este arco existiera se esperaría encontrar disminución del impulso relativo en la parte media del metatarso. No sucede lo mismo con la región del medio pie en la cual resulta aparente la presencia del arco longitudinal ya que presentaron estas regiones un porcentaje bastante bajo de impulso relativo en el medio pie (4.7% región medial y 5.3% región lateral). En este estudio también los sujetos estudiados presentan mayor impulso relativo en la región medial del talón (13.3%) y menor en la región lateral del talón (11.9%).

En cuanto a la influencia la edad peso y talla en el impulso relativo de las diferentes regiones del pie se encontró que estos variaban dependiendo de la región estudiada, de tal manera que para el impulso relativo de la regiones 1 la edad, peso y talla tienen correlación significativa. Para la región 2, 3, 4, (talón y medio-pie,) el peso y talla tienen correlación significativa, para la región 5 es significativo como variable el peso, en la región 6 (segundo y tercer

metatarsianos) únicamente es significativa la edad. Para las regiones 7 y 8 (medial del metatarso y hallux) ninguna variable es significativa.

Como observamos el peso es una variable que influye en los impulsos relativos del talón, medio pie, y región lateral de ante-pie, lo que no corresponde con los estudios realizados por Cavanagh, Hennig y Alexander(1,4,7) quienes mencionan que el peso tiene muy poca o nula influencia en los picos de presión bajo el pie. Probablemente esta diferencia sea debida a que estos investigadores reportan pocos estudios en pacientes obesos y a que la mayoría de las estandarizaciones realizadas son valoraciones estáticas del pie. En este estudio el promedio de pacientes obesos observado fue de 48% con obesidad de primer y segundo grado. De igual manera la talla tuvo significancia estadística en la región del talón y medio-pie, no hay estudios reportados donde la talla sea una variable a demostrar que tenga significancia estadística en los picos de presión o el impulso relativo, la influencia de la talla en estas regiones traduce en este estudio, que a mayor talla mayor porcentaje de impulso relativo en las regiones del talón y medio pie y lateral del metatarso, presentándose muy probablemente un descenso del arco longitudinal si el paciente tiene sobrepeso y es de talla elevada. Con respecto a

la edad esta tiene influencia en las regiones del talón y región del 2 y 3 metatarsianos con lo que podemos pensar que a mayor edad habrá mayor porcentaje de impulso relativo en la región del talón, segundo y tercer metatarsianos, por consiguiente se podrá apreciar clínicamente, en el talón tendencia a ser pronado o supinado, y el ante-pie se observara con mayor descenso y probablemente con zonas de hiperqueratosis , con lo anterior vemos que se vuelve a descartar la teoría del trípode.

CONCLUSION

Con los resultados obtenidos en este estudio se concluye que por medio de la ecuación de regresión podemos predecir si el sujeto sometido a estudio esta dentro de los parámetros de normalidad establecidos para el patrón de presión plantar en el cual influyen la edad el peso y la talla.

Hacer una comparación entre esta estandarización y las estandarizaciones publicadas anteriormente es aventurado debido a que cada autor utiliza diferentes aparatos, metodología, y valoración clínica (estática o dinámica) los cuales hacen muy variados los resultados. De tal manera que es

la edad esta tiene influencia en las regiones del talón y región del 2 y 3 metatarsianos con lo que podemos pensar que a mayor edad habrá mayor porcentaje de impulso relativo en la región del talón, segundo y tercer metatarsianos, por consiguiente se podrá apreciar clínicamente, en el talón tendencia a ser pronado o supinado, y el ante-pie se observara con mayor descenso y probablemente con zonas de hiperqueratosis , con lo anterior vemos que se vuelve a descartar la teoría del trípode.

CONCLUSION

Con los resultados obtenidos en este estudio se concluye que por medio de la ecuación de regresión podemos predecir si el sujeto sometido a estudio esta dentro de los parámetros de normalidad establecidos para el patrón de presión plantar en el cual influyen la edad el peso y la talla.

Hacer una comparación entre esta estandarización y las estandarizaciones publicadas anteriormente es aventurado debido a que cada autor utiliza diferentes aparatos, metodología, y valoración clínica (estática o dinámica) los cuales hacen muy variados los resultados. De tal manera que es

de suma importancia, comparar las estandarizaciones con otras realizadas con un aparato EMED SF novel (Gmbhl).

En este estudio la limitación mas importante es la cantidad de pacientes que se estudio; para que la estandarización sea más completa necesita mayor numero de pacientes. Otra limitación es la falta de correlación entre los sexos, Por lo que sugiero que de continuarse este estudio se incluyan mayor numero de muestras de pies, mayor numero de sujetos masculinos, se correlacionen niños con adultos por rangos de edad, por presencia o ausencia de sobrepeso, y la valoración de la distribución de la presión en relación a variaciones estructurales óseas típicas encontradas en la población normal, en particular en la alineación del retro-pie y ante-pie.

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

REFERENCIAS

1. -Cavanagh P-R, Rodgers M, Liboshi A. Pressure distribution under symptom-free feet during barefoot standing. *Foot Ankle* 1987;7(5):262-276.
2. -Hughes J, Kriss S, Klernerman I. A clinician's view of foot pressure: a comparison of three different methods of measurement. *Foot Ankle* 1987;7(5):277--289.
3. -Patel V, Wieman J. Effect of metatarsal head resection for diabetic foot ulcers on the dynamic plantar pressure distribution. *Am J Surg* 1994;167:297-301.
4. -Henning E, Rosebaun D. Pressure distribution patterns under the feet of children in comparison with adults. *Foot Ankle* 1991;11(5):306-311.
5. -Hughes J, Clark P, Linge K. et al . A comparison of two studies of the pressure distribution under the feet of normal subjects using different equipment. *Foot Ankle* 1993;14(9):514-524.

6. -Perry J, Ulbrech J, Derr J. et al. The use of running shoes to reduce plantar pressure in patients who have diabetes. *J Bone Joint Surg* 1995;77-A(12):1819-1828.
7. -Alexander I, Chao E, Johnson K. et al. The assessment of dynamic foot-to-ground contact forces and plantar pressure distribution: a review of the evolution of current techniques and clinical applications. *Foot Ankle* 1990;11(3): 152 -167.
8. -Fang C, Hasson S. Plantar pressure pattern support phase of normal walking. *Phys Ther* 1994;74(5):110.
9. -Hongsheng Z, Wertsch J, Harris G. Walking cadence effect on plantar pressure. *Arch Phys Med Rehabil* 1995;79:1000-1005.
10. -Pichardo A-E., Pérez J., Valoración del tratamiento ortésico mediante plantografía computarizada en los defectos posturales del pie en una muestra de niños mexicanos. *Rev. Mex. Fis. Rehabil* 1996;8(1):7-12.
11. -Dall G. Dynamic assessment of the load distribution on the plantar surface of the foot using the university of cape town walkway and its clinical application. *Foot Ankle* 1984;4(6):286-291.

- 12.-Collis W, Jayson M. Measurement of pedal pressures an illustration of a method. *Ann Rheum* 1972;31:215-217.
- 13.-Hongsheng Zu, Wertsch J, Harris G. Foot pressure distribution during walking and shuffling. *Arch Phys Med Rehabil* 1991;72:390-397.
- 14.-Young C. The F-scan system of foot pressure analysis. *Clin Pod Med Surg* 1993;10(3):455-461.
- 15.-Exeter F. The evolution of foot pressure measurements. *Sensors* 1993;6:31-35.
- 16.-Wertsch J, Webster J, Tompkins W. Aportable insole plantar pressure measurement system. *J Rehabil Res* 1992;29(1):13-18.
- 17.-Rose N, Feiweil L, Cracchiolo A. A method for measuring foot pressures using a high resolution, computerized insole sensor: the effect of heel wedges on plantar pressure distribution and center force. *Foot Ankle* 1992;13(5):263-270.
- 18.-Shaff P, Cavanagh P. Shoes for insensitive foot: the effect of a "rocker" shoe modification an plantar pressure distribution. *Foot Ankle* 1990;11(3):129-140.

- 19.-Holemes, Timmerman L. A quantitative assesment of the effect of metatarsal pads on plantar pressure. *Foot Ankle* 1990;11(3):141-145.
- 20.-Betts R, Franks, Duckworth T. et al. Static and dynamic foot-pressure measurements in clinical orthopaedics. *Med Biol Eng Comp* 1980;9:674-684.
- 21.-Grieve D. Rashdi T. Pressure under normal feet in standing and walking as measured by foil pedobarography. *Ann Rheu Dis* 1984;43:816-818.
- 22.-Brauman J. Brand P. Measurement of pressure between foot and shoe. *Lancet* 1963;23:629-632.
- 23.-Hughes J. The clinical use of pedobarography. *Act Ortho Bel* 1993;599(1):10-16
- 24.-Rodolf R. Pressure mapping system for gait analysis *Sensor* 1991 may 21-23.
- 25.-Cavanagh P. Simoneau G. Ulbrecht J. Ulceration unsteadines and uncertainly: the biomechanics consequences of diabetes mellytus. *J.Biomech* 1993;26 suppl 1:23-40.
- 26.-Cavanagh P., Ulbrecht J. Biomechanics of the foot in diabetes . *The diabetic Foot* 1990;2-46.