

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ
FACULTAD DE MEDICINA
TRABAJO FIN DE GRADO EN PODOLOGÍA



UNIVERSITAS
Miguel Hernández

**“VARIACIÓN DE LAS PRESIONES PLANTARES EN ESTÁTICA DEBIDO AL
EFECTO DEL INSTRUMENTO MUSICAL”**

AUTOR: AGUILAR RUBIO, CARMEN

Nº expediente: 950

TUTOR: JOSÉ ANTONIO BERNÁ GASCÓN

Departamento de Ciencias del Comportamiento y la Salud. Área de Enfermería

Curso académico 2018 - 2019

Convocatoria de junio



ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS Y GRÁFICOS	pág. 5
RESUMEN/ABSTRACT	pág. 6/7
1. INTRODUCCIÓN	pág. 8
1.1. MARCO TEÓRICO	pág. 8
1.1.1 POSTURA BÍPEDA	pág. 10
1.1. POSTUROLOGÍA MUSICAL	pág. 10
1.2. BAROPODOMETRÍA	pág. 12
1.2.1. REPARTO PRESIÓN PLANTAR	pág. 12
1.2.2. CARGA ADICIONAL Y VARIACIONES	pág. 13
1.2.3. DISTRIBUCIÓN DE MASAS	pág. 13
1.2.4. SUPERFICIE DE CONTACTO	pág. 13
1.3. HIPÓTESIS DEL TRABAJO Y OBJETIVOS	pág. 14
2. MATERIAL Y MÉTODOS	pág. 16
2.1. TIPO DE DISEÑO Y ESTUDIO	pág. 16
2.2. POBLACIÓN DE ESTUDIO	pág. 16
2.2.1. CRITERIOS DE INCLUSIÓN	pág. 17
2.2.2. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN	pág. 17
2.3. MARCO EXPERIMENTAL	pág. 17
2.4. PARTES EXPERIMENTALES	pág. 17
2.4.1. 1ª SIN INSTRUMENTO	pág. 18
2.4.2. 2ª CON INSTRUMENTO	pág. 18
2.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	pág. 18
3. RESULTADOS	pág. 22
3.1. REPARTO DE LA PRESIÓN PLANTAR	pág. 22
3.2. DISTRIBUCIÓN DE MASAS	pág. 22
3.3. SUPERFICIE DE CONTACTO	pág. 24

4. DISCUSIÓN	pág. 25
5. CONCLUSIÓN	pág. 27
6. LIMITACIONES DEL ESTUDIO Y NUEVAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	pág. 28
6.1. LIMITACIONES DEL ESTUDIO	pág. 28
6.2. NUEVAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	pág. 28
7. BIBLIOGRAFÍA	pág. 29
8. ANEXOS	pág. 31
8.1. ANEXO 1: CONSENTIMIENTO INFORMADO	pág. 31



ÍNDICE DE TABLAS Y GRÁFICOS

TABLAS

TABLA 1. DIAGRAMA DE FLUJO DE LOS ARTÍCULOS INCLUIDOS EN EL MARCO TEÓRICO	pág. 9
TABLA 2. NÚMERO DE MUESTRA DE CADA INSTRUMENTO	pág. 16
TABLA 3. VALORES DEL REPARTO DE PRESIONES PLANTARES	pág. 19
TABLA 4. VALORES DE LA DISTRIBUCIÓN DE MASAS	pág. 20
TABLA 5. VALORES DE LA SUPERFICIE DE CONTACTO	pág. 21

GRÁFICOS

GRÁFICO 1. REPARTO DE PRESIONES PLANTARES. PIE IZQUIERDO	pág. 22
GRÁFICO 2. REPARTO DE PRESIONES PLANTARES. PIE DERECHO	pág. 22
GRÁFICO 3. DISTRIBUCIÓN DE MASAS. ANTEPIÉ	pág. 23
GRÁFICO 4. DISTRIBUCIÓN DE MASAS. RETROPIÉ	pág. 23
GRÁFICO 5. VARIACIÓN DE LA SUPERFICIE DE CONTACTO. PIE IZQUIERDO	pág. 24
GRÁFICO 6. VARIACIÓN DE LA SUPERFICIE DE CONTACTO. PIE DERECHO	pág. 24

RESUMEN

INTRODUCCIÓN

De un modo completo, el pie y su función se puede valorar analizando las presiones plantares desde un objetivo estático. La distribución de presiones plantares, nos permite conocer qué áreas del pie sufren mayores presiones.

Tanto la distribución de presiones, como la evaluación posturológica son importantes para el análisis y estudio del pie.

OBJETIVO

El objetivo de este trabajo será estudiar cómo se comporta el pie midiendo el reparto de las presiones plantares, la distribución de masas y la variación de la superficie de contacto cuando se está tocando un instrumento musical.

MATERIAL Y MÉTODOS

En el estudio han participado 17 músicos, todos ellos en posesión del título de grado profesional de música. Se registraron tres mediciones de presión plantar con la plataforma de presiones *Footwork 2.0* y el programa informático *SensoreX* en estática sin instrumento y estática con instrumento. Se realizó la media de las mediciones y se estudió el reparto de presión plantar entre pie izquierdo y pie derecho, la distribución de masas en antepié respecto a retropié y la variación de la superficie de contacto

RESULTADOS

Se observaron variaciones en todas las variables estudiadas siendo estadísticamente significativas según el ANOVA Factorial $p < 0.05$ las variaciones en el reparto de la presión plantar ($p = 0.0008$), en la distribución de masas ($p = 0.04$) y en la superficie de contacto del pie izquierdo ($p = 0.01$); no siendo estadísticamente significativas en la variación en la superficie de contacto del pie derecho ($p = 0.08$)

CONCLUSIÓN

Las presiones plantares cambian debido al efecto del instrumento: Aumenta la presión en el pie izquierdo, en el retropié, y aumenta la superficie de contacto.

ABSTRACT

INTRODUCTION

In a complete way, the foot and its function can be assessed by analyzing the plantar pressures from a static target. The distribution of plantar pressures allows us to know which areas of the foot suffer the greatest pressures.

Both the distribution of pressures and the posturological evaluation are important for the analysis and study of the foot.

OBJECTIVE

The objective of this work will be to study how the foot behaves by measuring the distribution of the plantar pressures, the distribution of masses and the variation of the contact surface when an instrument is being played.

MATERIAL AND METHODS

17 musicians participated in the study, all of them entitled with a degree in Musical Studies. Three measurements of plantar pressure were recorded with the Footwork 2.0 pressure platform and the SensoreX computer program in static posture both without and with their musical instrument. The average of the measurements was made as well as the distribution of plantar pressure between the left foot and right foot. The distribution of forefoot and hindfoot masses and the variation of the contact surface were also studied.

RESULTS

Variations were observed in all the variables studied, being statistically significant according to the Factorial ANOVA $p < 0.05$, the variations in the distribution of the plantar pressure ($p = 0.0008$), in the mass distribution ($p = 0.04$) and in the contact surface of the left foot ($p = 0.01$); not being statistically significant in the variation in the contact surface of the right foot ($p = 0.08$)

CONCLUSION

The plantar pressures change due to the effect of the instrument: It increases the pressure in the left foot, in the hindfoot, and increases the contact surface.

1. INTRODUCCIÓN

El análisis del pie y de la función del mismo en la bipedestación y la deambulaci3n, puede realizarse bajo distintas perspectivas. De un modo completo, el pie y su funci3n se puede valorar analizando las presiones plantares desde un objetivo est3tico y dinámico, así como bajo el punto de vista de la estabilidad que confiere el apoyo podal, es decir mediante un análisis posturoológico. La posturología se define como la ciencia que estudia la estabilidad y el sistema t3nico postural, su regulaci3n, alteraciones, adaptaciones y formas de tratamiento. (1) Bajo el punto de vista de esta disciplina, el pie es uno de los principales captosres posturales, recayendo sobre él la responsabilidad de mantener dicho sistema en perfecto equilibrio. De este modo evita alteraciones en la postura que conlleven el desarrollo de cuadros clínicos secundarios a la mencionada modificaci3n postural. Bajo una perspectiva baropodométrica, la distribuci3n de presiones plantares, tanto en fase est3tica como dinámica, nos permite conocer qué áreas del pie sufren mayores presiones y presentan mayor susceptibilidad de desarrollar determinadas lesiones. Tanto la distribuci3n de presiones, como la evaluaci3n posturoológica son importantes para el análisis y estudio del pie. (2)

1.1. MARCO TEÓRICO

Para la realizaci3n del marco teórico, entre enero y abril de 2019, se realizó una búsqueda bibliográfica en las principales bases de datos de ámbito médico, nacional e internacional, para poder referenciar el estudio.

Se consultaron bases de datos como PubMed, Scopus y Cochrane.

En estas bases se consultaron artículos en inglés y castellano con las siguientes palabras: “pie”, “presi3n”, “podología” de las cuales, sacamos los siguientes descriptores de ciencias de la salud: “foot”, “pressure” y “podiatry”, pero también añadimos las palabras “load”, “plantar pressure” y “weight distribution” debido a que muchos artículos incluían estas palabras como palabras clave, aunque no estuviesen registradas como

descriptores en ciencias de la salud. Con estas 6 palabras clave, realizamos diversas fórmulas de búsqueda con los operadores booleanos “AND” y “OR”.

FÓRMULAS DE BÚSQUEDA:

“foot” AND “plantar pressure” → 2466 artículos

“load” AND “weight distribution” → 68 artículos

“pressure” AND “podiatry” OR “foot” → 33 artículos

Otras fuentes (tesis doctorales) → 15 artículos

1. Análisis Baro-Estabilométrico de los Integrantes de la Patrulla Acrobática Paracaidista del Ejército del Aire.
2. Respuestas y adaptaciones de la huella plantar en fútbol y fútbol sala en alto rendimiento.



1.1.1. POSTURA BÍPEDA

La postura bípeda es iniciada por el hombre a partir de los ocho meses de edad. A los 10 meses ya se coloca en pie con la ayuda de elementos de sustentación para iniciar una posición estable a partir de los 12-14 meses. (3)

Para mantener la postura bípeda es necesario el control del centro de gravedad y un equilibrio perfecto. (4)

1.2. POSTUROLOGÍA MUSICAL

Cada uno de los instrumentos incluidos en este estudio se tocan de una manera diferente, pero todos tienen algo en común:

Los instrumentos incluidos se sujetan todos con la fuerza del músico; ninguno de estos instrumentos se apoya en el suelo.

Todos los instrumentos se colocan en la parte anterior del cuerpo, ningún instrumento pasa a la parte posterior del cuerpo.

CLARINETE: El clarinete debe sostenerse con las dos manos, la mano izquierda en la parte superior y la mano derecha sujetando el instrumento por la parte inferior, sosteniendo gran parte del peso con el pulgar de la mano derecha. Gran parte de los brazos están en contacto con el cuerpo.

SAXOFÓN: El saxofón debe sostenerse con las dos manos, la mano izquierda en la parte superior y la mano derecha sujetando el instrumento por la parte inferior, sosteniendo gran parte del peso con el pulgar de la mano derecha. Gran parte de los brazos están en contacto con el cuerpo.

TROMPA: La trompa debe sostenerse con las dos manos, recayendo una parte del peso en el meñique de la mano izquierda, con la que se pulsan las teclas, y sosteniendo gran parte con la mano derecha. Gran parte de los brazos están en contacto con el cuerpo.

TROMPETA: La trompeta debe sostenerse con las dos manos, en el plano paralelo al suelo. Se sostiene con la mano izquierda y las teclas se pulsan con la mano derecha. Los brazos no están en contacto con el cuerpo.

FLAUTA TRAVESERA: Este instrumento se sujeta con los dos brazos, la mano derecha en la parte más distal del instrumento y la izquierda en la parte proximal. El instrumento se coloca en la parte derecha del cuerpo. Los brazos no están en contacto con el cuerpo.

TUBA: Este instrumento va sujeto al cuerpo con un arnés que solamente recae en el hombro izquierdo, por la espalda hacia la parte derecha. La posición de tocar este instrumento es como dar un abrazo. Las teclas se tocan con la mano izquierda y la mano derecha es un punto de apoyo.

TROMBÓN DE VARA: Este instrumento se sujeta con la mano izquierda y se apoya en el hombro izquierdo. Se acciona con el brazo izquierdo. Este instrumento no tiene teclas, se tocan las diferentes notas moviendo el brazo derecho. Es el único instrumento de viento que se acciona moviendo los brazos, y no los dedos.

PERCUSIÓN: Dentro de los instrumentos de percusión, diferenciamos tres:

- **PLATOS:** Todo el peso recae sobre los brazos, se agarra con las manos y recae el peso en ambos brazos por igual.
- **BOMBO:** El peso de este instrumento va unido al cuerpo ya que se cuelga con un arnés por los hombros. Se acciona con una maza con la mano derecha y con la mano izquierda se frena la vibración.
- **CAJA:** El peso de este instrumento, al igual que el bombo, va unido al cuerpo, pero en este caso, el arnés rodea la cintura. Se acciona con dos baquetas, una en cada mano.

Todos los instrumentos están colocados en la parte anterior del cuerpo

1.3. BAROPODOMETRÍA

La baropodometría es el estudio de la distribución de las presiones plantares, a través de una plataforma de registro electrónico. El término procede del griego: baros: peso, podos: pie y metron: medida. Este estudio también es conocido como análisis en plataforma de presiones, podometría o fotopodobarometría, pero el más utilizado en la actualidad es el de baropodometría. Dentro de este método de análisis podal, se utiliza la baropodometría electrónica, debido a la tecnología que se emplea para obtener los registros. Este sistema ha experimentado grandes avances en los últimos 20 años, gracias a un proceso de investigación continua y al desarrollo de mejores programas y plataformas de presiones realizadas principalmente en Italia y en otros países de Europa (5).

Respecto al sexo, no hay variaciones importantes que justifiquen una diferencia de apoyo en estática (6,7).

Las plataformas de presiones son sistemas basados en sensores resistivos, piezoeléctricos o capacitativos que registran el paso y la presión plantar que ejerce el pie. (8)

1.3.1. REPARTO PRESIÓN PLANTAR

En relación a la distribución de presiones en uno y otro pie, Martínez- Nova, Sánchez y cols. (8) da resultados equivalentes en ambos pies, sin embargo, el balanceo constante, hace variar esta distribución podal, incluso hay estudios que encuentran una importante diferencia a favor de un aumento de carga sobre el pie derecho o izquierdo (9, 10).

1.3.2. CARGA ADICIONAL Y VARIACIÓN EN LA PRESIÓN PLANTAR

La distribución desigual del peso de la carga más allá de 9 kg adicionales afectó el equilibrio estático del cuerpo, como lo demuestra el aumento del balanceo del centro de la presión plantar y la asimetría del peso en los pies. El peso agregado en el lado no dominante del cuerpo creó un impedimento mayor para el equilibrio estático. (11)

El peso del paciente presentaba una correlación significativa y positiva con los valores de presión en todas las zonas. (12)

1.3.3. DISTRIBUCIÓN DE MASAS

En cuanto al reparto de presiones en el propio pie, Morton (13) describe que la presión entre antepié y retropié es equivalente. Las conclusiones de otros trabajos hablan de una mayor presión sobre el talón que sobre la parte anterior de pie (14,15).

En estática, estudiaremos el efecto del instrumento en las presiones plantares. Dado que en la bibliografía no se ha encontrado nada reflejado sobre este tema, lo compararemos con los datos sobre presiones plantares normales en adultos sanos y observaremos la variación de éstas con músicos y sus instrumentos en la posición de tocar.

1.3.4. SUPERFICIE DE CONTACTO

El área total del pie es significativamente mayor en los participantes masculinos y se correlaciona con el peso corporal, el índice de masa corporal y el tamaño del zapato, pero no con la edad. En ambos sexos, el área del antepié es significativamente menor que el área del retropié. Se observan correlaciones positivas significativas entre las áreas del antepié y la parte posterior del pie y el peso y el tamaño del zapato. La proporción del área del antepié-retropié no varió con el sexo, el peso, el tamaño del zapato y la edad (16).

En lo referente a otros parámetros podales, concretamente a la superficie de apoyo podal, Oller (17) concluye en sus estudios baropodométricos, que dicha superficie en pie derecho tiene un promedio de 85 cm², siendo de 86 cm² en pie izquierdo.

Cuando un hombre está de pie, la superficie de sus plantas apenas alcanza los 30 cm², pero debe soportar con estabilidad un peso medio de 70 a 120 kilopondios al andar, el pie se adapta con flexibilidad a los desniveles de la superficie. (8)

1.4. HIPÓTESIS DEL TRABAJO, OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

Hipótesis:

Las presiones plantares, la distribución de masas y la superficie de contacto cambiarán debido al efecto del instrumento.

En primera instancia, la presión plantar cambiará según la colocación del instrumento. Debido a que ningún instrumento se toca hacia el lado izquierdo, aumentará la presión en el pie derecho.

La distribución de masas cambiará en antepié respecto a retropié, aumentando en el antepié debido a que los instrumentos se colocan todos (con sus diferentes posiciones) en la parte anterior del cuerpo.

La superficie de contacto será mayor con el peso del instrumento.

Objetivo:

El objetivo de este trabajo será estudiar cómo se comporta el pie midiendo los tres parámetros anteriormente citados cuando se está tocando un instrumento y refutar o confirmar las hipótesis previamente formuladas.

Objetivos específicos:

1. Analizar los cambios en el reparto de la presión plantar en estática sin y con el instrumento.

2. Analizar los cambios en la distribución de masas en estática sin y con el instrumento.
3. Analizar los cambios en la superficie de contacto en estática sin y con el instrumento.

Justificación del estudio:

A día de hoy se desconoce el efecto del peso, la posición y el tamaño del instrumento en la presión plantar y es por esto por lo que surge la motivación de llevar a cabo este estudio experimental. Debido a mis estudios musicales profesionales y a mi participación en gran variedad de acontecimientos musicales (desfiles, conciertos, recitales, ...) creo oportuno realizar un estudio experimental con músicos para analizar la variación y el reparto de las presiones plantares en estática con la variable del instrumento musical.



2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. TIPO DE DISEÑO Y ESTUDIO

El estudio fue diseñado como un estudio experimental

2.2. POBLACIÓN DE ESTUDIO

Se obtuvo el consentimiento informado de todos los participantes individuales incluidos en el estudio (anexo 1). Los participantes totales fueron 17 personas, sin realizar distinción de sexo, raza, edad, peso, estatura ni instrumento. El número de muestra de cada instrumento es el siguiente:

INSTRUMENTO	MUESTRA
TROMPA	N=1
TROMBÓN	N=4
PERCUSIÓN (BOMBO, PLATILLOS Y CAJA)	N=3
CLARINETE	N=2
TUBA	N=2
TROMPETA	N=1
SAXOFÓN	N=3
FLAUTA	N=1

Se realizó esta selección de instrumentos debido a que es la más parecida a los grupos musicales que desfilan por la calle, es decir, en los que el instrumento realiza un efecto sobre el pie.

Todos los participantes del estudio eran personas sanas que cumplían los siguientes criterios de inclusión:

2.2.1. CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- Músico/a.
- Titulación mínima requerida: Grado Profesional de Música.
- Músicos que toquen instrumentos de calle.

Por otro lado, se excluyeron del estudio a todas aquellas personas que cumplían, al menos, 1 de los siguientes criterios de exclusión:

2.2.2. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- Músicos/as menores de dieciocho años.
- Que no estén en posesión del título de Grado Profesional en música.
- Músicos/as que no cargan con su cuerpo, su instrumento al tocar.
- Músicos de cuerda o que toquen sentados.

2.3. MARCO EXPERIMENTAL

Los datos de presión plantar incluían la superficie de contacto de la planta del pie, medida en cm²; el porcentaje del reparto de la presión plantar entre el pie izquierdo y el pie derecho; y el porcentaje de distribución de masas entre el antepié y el retropié en ambos pies.

Estas mediciones han sido recogidas con una plataforma de presiones modelo *footwork2.0* y el programa informático *SensoreX*.

2.4. PARTES EXPERIMENTALES

Este estudio se ha llevado a cabo en dos partes; la primera parte consta de una medición de las presiones plantares en los sujetos sin el elemento musical, y la segunda parte se lleva a cabo en las mismas condiciones de medida, pero añadiendo éste elemento.

2.4.1. 1ª PARTE → SIN INSTRUMENTO

Esta primera parte del estudio se llevó a cabo mediante la medición de los tres parámetros con una plataforma de presiones. Pedimos a los participantes que diesen unos pasos en la plataforma de presiones y se relajasen, respetando la base de sustentación y el ángulo de fick de cada paciente, brazos relajados a ambos lados del tronco y cabeza recta mirando al frente.

Tomamos estas medidas 3 veces y realizamos la media entre los valores de resultado para evitar sesgos o resultados falsos en alguna medición.

2.4.2. 2ª PARTE → CON INSTRUMENTO

En la segunda parte del estudio, pedimos a los participantes que cojan su instrumento y se pongan en la forma correcta de coger el instrumento de cada uno, pedimos también que den unos pasos en la plataforma y se relajen, respetando la base de sustentación y el ángulo de fick con el que estuviesen cómodos para tocar y les pedimos que tocasen todos una misma escala, cada uno con su instrumento y de forma individual, sin falsear ninguna posición de tocar, ni en ninguna postura forzada del instrumento.

De igual manera que sin instrumento, tomamos estas medidas tres veces y realizamos la media entre los valores de resultado.

2.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para dar respuesta a la hipótesis formulada en este estudio se procedió a realizar un análisis de variación entre los resultados de los participantes sin el instrumento frente a los resultados de los mismos con el instrumento. Para ello, elaboramos diferentes tablas de valores con la media de las 3 mediciones realizadas en cada experimento. Estas variaciones serán analizadas estadísticamente mediante el p valor. Este valor cuantifica, estadísticamente si hay diferencias o no significativas y se define como la probabilidad correspondiente al estadístico de ser posible bajo la hipótesis nula.

El nivel de significación establecido, convencionalmente es 0'05 o 0'01, en este caso hemos escogido el valor 0'05; es decir, si el valor resultante al calcular el contraste de hipótesis (p valor) es **menor** que 0'05 afirmaremos que las **diferencias son estadísticamente significativas**. Si, por el contrario, el valor resultante al calcular el contraste de hipótesis (p valor) es **mayor** que 0'05 afirmaremos que las **diferencias no son estadísticamente significativas**

En primer lugar, realizamos una tabla de valores del **reparto de presiones** entre pie izquierdo y pie derecho:

PACIENTE	SIN INSTRUMENTO		CON INSTRUMENTO	
	IZQUIERDO	DERECHO	IZQUIERDO	DERECHO
1	52%	48%	55%	45%
2	49%	51%	50%	50%
3	55%	45%	56%	44%
4	41%	59%	47%	53%
5	44%	56%	47%	53%
6	53%	47%	54%	46%
7	67%	33%	69%	31%
8	50%	50%	62%	38%
9	49%	51%	56%	44%
10	53%	47%	54%	46%
11	56%	44%	57%	43%
12	51%	49%	53%	47%
13	54%	46%	52%	48%
14	62%	38%	69%	31%
15	47%	53%	50%	50%
16	59%	41%	59%	41%
17	51%	49%	55%	45%

En segundo lugar, analizamos otro parámetro, la **distribución de masas**, en el que no tuvimos en cuenta el factor pie izquierdo-pie derecho, sino antepié-retropié por lo que el tamaño de la muestra en este parámetro es el doble que el resto de parámetros a estudiar. Realizamos la siguiente tabla de valores según la media de las tres mediciones realizadas con la plataforma de presiones:

PACIENTE	SIN INSTRUMENTO		CON INSTRUMENTO	
	ANTEPIÉ	RETROPIÉ	ANTEPIÉ	RETROPIÉ
1	49	51	44	56
1	49	51	42	58
2	52	48	55	45
2	49	51	43	57
3	36	64	41	59
3	50	50	47	53
4	28	72	34	66
4	44	56	42	58
5	45	55	42	58
5	47	53	36	64
6	67	33	63	37
6	69	31	68	32
7	56	44	59	41
7	68	32	68	32
8	60	40	69	31
8	50	50	50	50
9	56	44	50	50
9	38	62	46	54
10	36	64	33	67
10	40	60	36	64
11	45	55	43	57
11	37	63	36	64
12	37	63	29	71
12	55	45	43	57
13	44	56	41	59
13	43	57	49	51
14	37	63	33	67
14	45	55	42	58
15	61	39	58	42
15	63	37	49	51
16	53	47	52	48
16	41	59	47	53
17	65	35	54	46
17	37	63	48	52

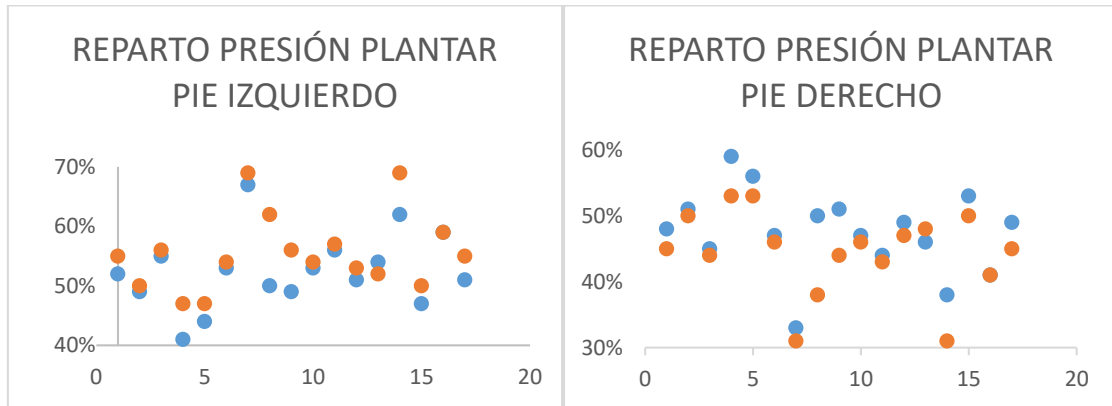
Y, por último, analizamos el tercer parámetro del estudio, la **superficie de contacto** (cm cúbicos) y realizamos una tabla de valores con la media de las tres mediciones:

PACIENTE	SIN INSTRUMENTO		CON INSTRUMENTO	
	IZQUIERDO	DERECHO	IZQUIERDO	DERECHO
1	80.04	80.04	84.68	84.10
2	58.26	95.12	84.10	98.02
3	84.68	80.04	77.14	80.88
4	95.12	99.18	116.00	99.32
5	93.38	96.86	99.14	99.76
6	103.24	91.06	107.88	93.96
7	151.38	125.86	164.14	127.02
8	74.24	75.40	86.42	61.48
9	128.76	131.08	120.06	134.56
10	93.38	89.90	91.06	99.76
11	89.90	91.64	95.70	93.38
12	121.82	123.52	127.02	124.70
13	103.24	101.50	104.98	108.46
14	127.02	108.46	133.40	109.62
15	80.04	91.06	77.88	86.42
16	93.96	88.16	99.76	96.86
17	121.80	110.20	125.86	111.36

3.RESULTADOS

3.1. REPARTO PRESIÓN PLANTAR:

P valor = 0'0008 → DIFERENCIAS ESTADÍSTICAMENTE SIGNIFICATIVAS



AZUL → SIN INSTRUMENTO

NARANJA → CON INSTRUMENTO

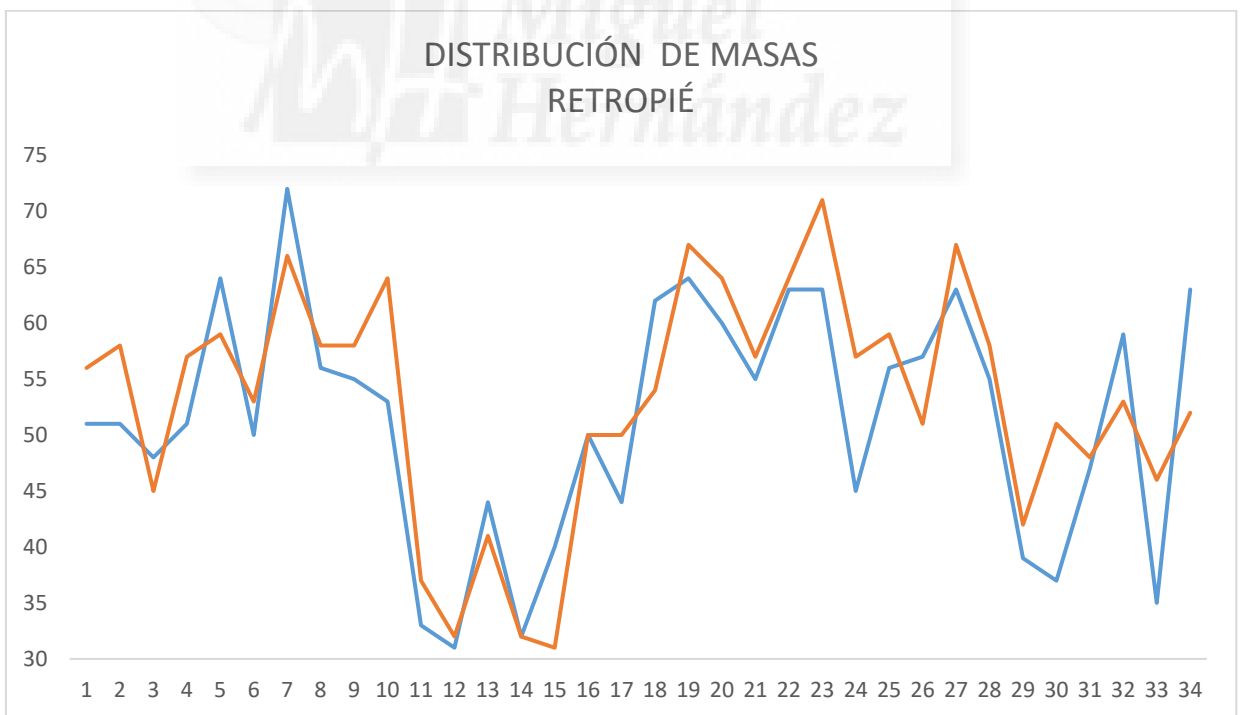
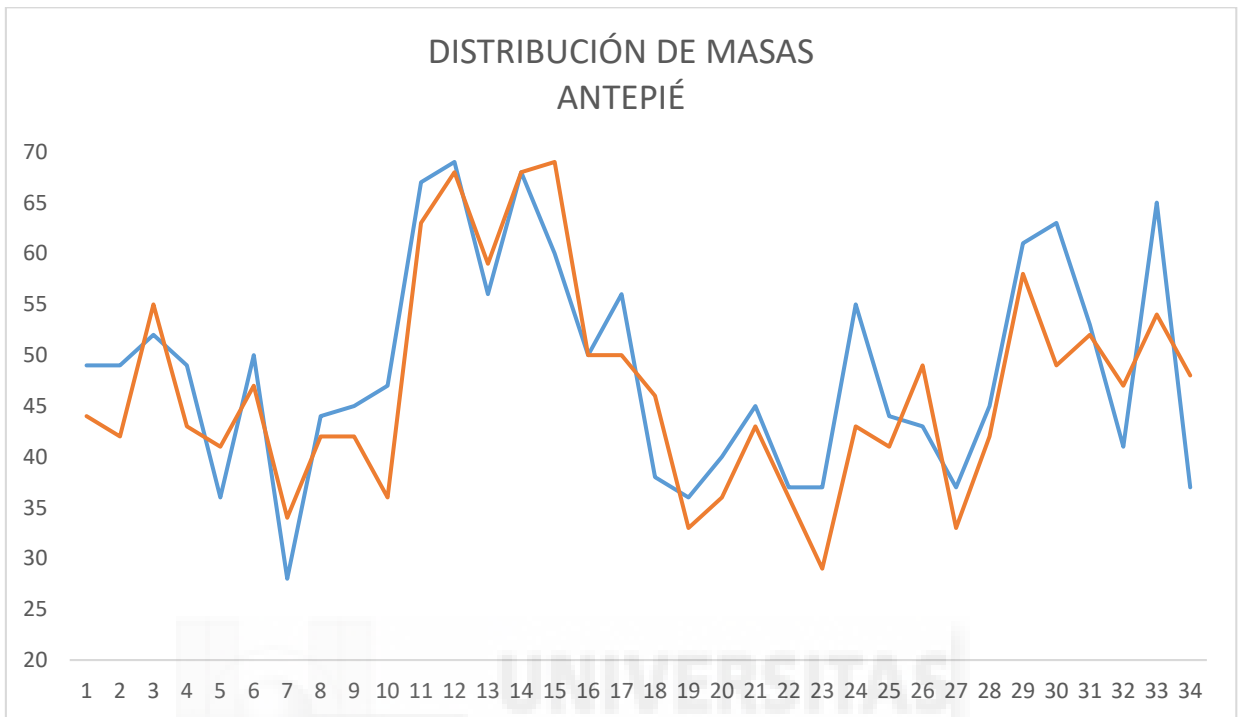
El reparto de la presión plantar se ve modificado con el efecto del instrumento ya que la presión aumenta en el pie izquierdo en quince personas, se mantiene igual en una persona y disminuye solamente en una persona. Por lo tanto, en el pie derecho disminuye la presión en quince de los diecisiete participantes y se mantiene igual en una persona y aumenta en una persona.

3.2. DISTRIBUCIÓN DE MASAS

P valor = 0'04 → DIFERENCIAS ESTADÍSTICAMENTE SIGNIFICATIVAS

Este parámetro nos indica la distribución de masas en antepié-retropié sin tener en cuenta el factor pie derecho-pie izquierdo, por lo tanto, tenemos el doble de tamaño muestral que en los demás parámetros. Esta distribución se ve afectada, al igual que el reparto de presiones, pero en este caso no está tan clara la diferencia. En la medición realizada, se encuentra que el porcentaje de distribución de masas aumenta en el retropié en veinticuatro personas, disminuye en nueve y se mantiene en una persona.

Por otro lado, en el antepié disminuye en veinticuatro personas, aumenta en nueve y se mantiene en una persona.



3.3. SUPERFICIE DE CONTACTO

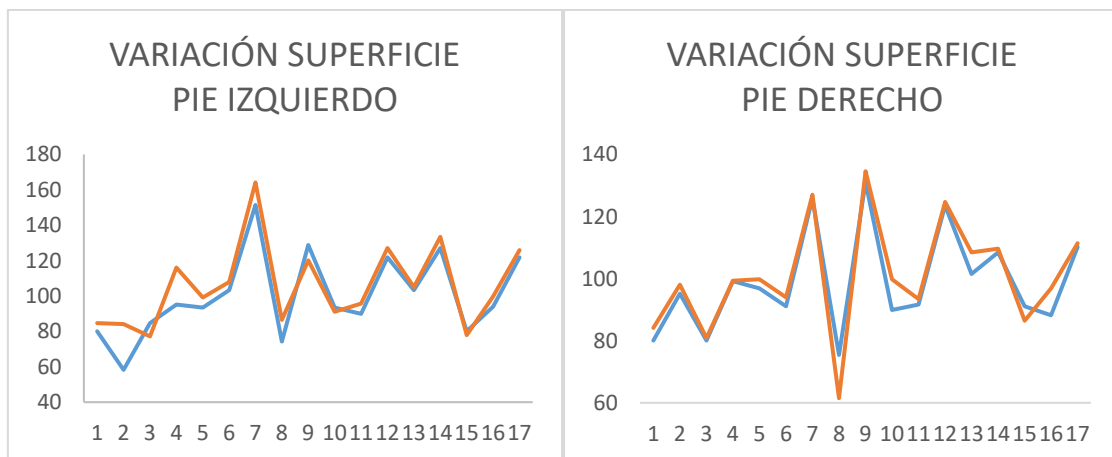
P valor: 0'01 pie izquierdo → DIFERENCIAS ESTADÍSTICAMENTE SIGNIFICATIVAS

P valor: 0'08 pie derecho → DIFERENCIAS ESTADÍSTICAMENTE NO SIGNIFICATIVAS

Este parámetro no es inversamente proporcional entre pie izquierdo y pie derecho, es decir, si aumenta la superficie en el derecho, no tiene por qué disminuir en el izquierdo y efectivamente, la superficie en pie izquierdo y pie derecho suele aumentar en ambos pies debido al efecto del instrumento.

Según los valores estadísticos calculados con Excel, en el pie derecho no hay una diferencia significativa entre la media de las mediciones sin instrumento y con instrumento, por el contrario, sí la hay en el pie izquierdo. A pesar de estos datos, el número de participantes que aumenta la superficie de contacto en el pie derecho es mayor que en el pie izquierdo.

En quince personas aumenta la superficie de contacto en el pie derecho, disminuye en dos; y en el pie izquierdo, aumenta la superficie de contacto en trece personas y disminuye en cuatro. El valor estadístico refleja que la diferencia total de todos los participantes en la medición sin instrumento-con instrumento del pie izquierdo es mayor que en el pie derecho.



4. DISCUSIÓN

En este estudio se han comparado dos situaciones, la primera de ellas en condiciones normales, y la segunda con la variable estudiada.

Lo primero que observamos es que, en condiciones normales, el reparto de la presión plantar en estática no es el valor teórico del 50% en cada miembro debido a la diversidad humana. Partiendo de esta premisa, debemos tener en cuenta la variabilidad de los datos resultantes.

Antes de realizar el experimento, partíamos de los datos recogidos en los artículos previamente seleccionados para referenciar este estudio experimental. Estos datos apuntaban que la distribución de presiones en uno y otro pie da resultados equivalentes (9) pero hemos comprobado que esto no es así debido al constante balanceo.

El reparto de la presión plantar con una carga adicional (más allá de 9 kilogramos) hacía variar el centro de la presión plantar (12); hemos podido comprobar que el reparto ha cambiado también con una carga menor de 9 kilogramos. Esto puede haberse debido, a parte del peso del instrumento, a la posición en la que hemos realizado la medición, ya que los brazos no están relajados en ningún momento y el peso del instrumento no se distribuye por igual en todo el cuerpo.

Por otro lado, la distribución de masas, es decir, el reparto de las presiones en el propio pie se describía como equivalente en antepié-retropié (14). Hemos podido comprobar que no es cierto ya que solamente una persona de todo el tamaño muestral ha resultado tener un reparto del 50% en antepié-retropié. Otros trabajos hablan de mayor presión en el talón (15,16), que confirman los resultados que hemos obtenido en este estudio.

En tercer lugar y, por último, la superficie de contacto es mayor en participantes masculinos y se correlaciona con el peso corporal, pero no con la edad (17). Los resultados de este experimento confirman las anteriores premisas.

En cuanto a la respuesta de las hipótesis formuladas, hemos rechazado dos de ellas y confirmado una.

En primer lugar, pensábamos que el reparto de las presiones plantares entre pie izquierdo-pie derecho iba a ser equivalente en condiciones normales y se iba a desplazar hacia la derecha, es decir, iba a incrementar la presión en el miembro derecho en la posición con el instrumento. Tras el experimento hemos rechazado esta hipótesis ya que la presión incrementa en el miembro izquierdo. Esto puede haber ocurrido debido a los mecanismos de compensación del cuerpo ya que si aumentas el peso en el lado anterior-derecho del cuerpo, la compensación del mismo aumentará el balanceo hacia el lado izquierdo para evitar caídas hacia el lado derecho.

Por otra parte, pensábamos que la distribución de masas en el pie iba a ser equivalente en condiciones normales en antepié-retropié y que iba a aumentar en el antepié en la posición con el instrumento. Tras el experimento hemos comprobado que esta hipótesis es falsa también ya que ha aumentado el porcentaje de presión en el retropié respecto al antepié. Esto puede haber ocurrido, como he explicado anteriormente, debido a los mecanismos de compensación del cuerpo ya que, si aumentas el peso en la parte anterior del cuerpo, éste compensará aumentando el balanceo hacia atrás para evitar caídas hacia delante.

Por último, la hipótesis de que la superficie de contacto aumentará sí que se ha confirmado, es decir, ha aumentado la superficie de contacto en veintiocho de los treinta y cuatro pies medidos. Esto pensamos que ha ocurrido debido al peso del instrumento y los seis casos en los que ha disminuido puede haber ocurrido por factores extrínsecos al experimento. A pesar de que el p valor en el pie derecho no ha sido estadísticamente significativo, la superficie en este pie ha aumentado en quince de los diecisiete participantes.

5. CONCLUSIÓN

1. El reparto de la presión plantar en el pie izquierdo respecto al pie derecho no es equivalente en condiciones normales, y aumenta el porcentaje de presión en el pie izquierdo en quince de los diecisiete participantes en el estudio cuando están tocando el instrumento.
2. La distribución de masas en el propio pie (antepié-retropié) no es equivalente en condiciones normales, y cuando están tocando el instrumento, aumenta el porcentaje de presión en el retropié en veinticuatro de los treinta y cuatro pies medidos.
3. La superficie de contacto aumenta con el efecto del instrumento en veintiocho de los treinta y cuatro pies medidos.
4. Se confirma la hipótesis formulada sobre la superficie de contacto.
5. Se confirma que varía el reparto de las presiones plantares en pie izquierdo-pie derecho y en antepié-retropié, pero se refutan nuestras hipótesis formuladas al principio del trabajo (aumenta la presión en el pie derecho, y en el antepié) ya que el aumento de la presión ha sido en pie izquierdo y retropié.

6. LIMITACIONES DEL ESTUDIO Y NUEVAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

6.1. LIMITACIONES DEL ESTUDIO

La principal limitación de este trabajo ha sido la falta de estudios relacionados con este tema. Debido a que no se han encontrado artículos relacionados, ha sido difícil referenciar este estudio con publicaciones científicas.

Por otra parte, otra limitación fue el tamaño muestral ya que no todos los participantes que aceptaron desde un principio llegaron a participar, por lo tanto, de treinta personas que aceptaron, se realizó al final con diecisiete. A raíz de esto, hay determinados instrumentos en los que hay solamente un participante. Esto da lugar a determinados sesgos que, al final, no hemos tenido en cuenta.

6.2. NUEVAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Como nuevas líneas de investigación propongo estudiar, al igual que en este trabajo experimental, la variación en las presiones plantares según el instrumento musical que se toque en ese momento. Esto no he podido realizarlo debido al escaso tamaño muestral.

Por otra parte, se podría estudiar, en dinámica, la variación de los tres parámetros estudiados en este experimento. Esto se podría llevar a cabo con la utilización de unas plantillas instrumentadas.

Por último, se podría medir la distancia de zancada, la cadencia, y el número de pasos por minuto en las diferentes velocidades a las que desfilan los músicos.

Con todos estos estudios, se podría llegar a una descripción muy cercana a la situación real del pie del músico.

7. BIBLIOGRAFÍA

1. Villeneuve P. Examen clínico postural. Rev. Podologie. 1991; 59(4): 37-43.
2. De Bernardo MN. Lesiones traumáticas y por sobrecarga en ciclistas de élite. Estudio epidemiológico y análisis de patrones baropodométricos. [Tesis doctoral]. Valencia: Departamento de Fisioterapia, Universidad Cardenal Herrera – CEU; 2013.
3. Viladot R, Cohio O, Clavell S. Ortesis y prótesis del aparato locomotor 2.1. Extremidad inferior. 1ª Ed. Barcelona: Masson; 1997.
4. Verleysen J. Compendio de podología. 1ª Ed. Madrid: Paraninfo; 1977.
5. Hurtado A. Uso de la baropodometría. Medigraphic [Internet]. 2006. [Citado el 12 de Agosto de 2016]; 2(4): 255-261. Disponible desde: <http://www.medigraphic.com/pdfs/orthotips/ot-2006/ot064d.pdf>
6. Manfio EF. Análise do comportamento da distribuição de pressão planta em sujeitos normais. Rev Fisioter Bras. 2001; 3(2): 157.
7. Cavanagh PR, Rodgers MM, Liboshi A. Pressure distribution under symptom-free during barefoot standing. Foot Ankle. 1987; 7: 262-276.
8. Tesis doctoral “Respuestas y adaptaciones de la huella plantar en fútbol y fútbol sala en alto rendimiento.” Universidad Miguel Hernández. Defensa Septiembre 2017.
9. Martínez-Nova A, Sánchez R, Cuevas JC, Sánchez E. Estudio baropodométrico de los valores de presión plantar en pies no patológicos. Rehab. 2007; 41(4): 155-160.
10. Pasarín A, Puig-Dellivol J, Bosch J. Anomalías baropodométricas en jugadores de baloncesto de élite. Arch. med. deporte. 2005; 22(107): 177-185.
11. Montañola A. Medida del equilibrio estático en corredores de maratón mediante baropodometría optométrica. [Tesis doctoral]. Barcelona: Facultad de Psicología y ciencias de la educación y el deporte Blanquerna. Universidad Ramon LLull; 2014.

12. Park H1, Branson D, Kim S, Warren A, Jacobson B, Petrova A, Peksoz S, Kamenidis P. Effect of armor and carrying load on body balance and leg muscle function. *Gait Posture*. 2014;39(1):430-5. doi: 10.1016/j.gaitpost.2013.08.018. Epub 2013 Aug 26.)
13. Martínez-Nova A, Sánchez R, Cuevas JC, Sánchez E. Estudio baropodométrico de los valores de presión plantar en pies no patológicos. *Rehab*. 2007; 41(4): 155-160.
14. Morton D. *The human foot*. 1a Ed. New York: Columbia University Press; 1948.
15. Viladot A. *Biomecánica: estática y exploración*. En: *Patología del antepié*. 3ª Ed. Barcelona: Ed. Toray; 1984. 29-54.
16. Arcan M, Brull MA. A fundamental characteristic of the human body and foot. The foot-ground pressure pattern. *J Biomech*. 1976; 9: 453- 457.
17. Lalande X, Vie B, Weber JP, Jammes Y. Normal Values of Pressures and Foot Areas Measured in the Static Condition *J Am Podiatr Med Assoc*. 2016 Jul;106(4):265-72. doi: 10.7547/14-008.)
18. Oller A. *La fórmula metatarsal y su valor predictivo en los trastornos de la marcha*. [Tesis doctoral]. L'Hospitalet de Llobregat. Universidad de Barcelona. 2006.

8. ANEXOS

8.1. ANEXO 1: CONSENTIMIENTO INFORMADO

HOJA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO DEL ESTUDIO: **“VARIACIÓN DE LAS PRESIONES PLANTARES EN ESTÁTICA DEBIDO AL EFECTO DEL INSTRUMENTO MUSICAL”**.

Yo, _____ con DNI _____

DECLARO que he entendido la información oral y escrita que la alumna Carmen Aguilar Rubio me ha facilitado sobre el estudio experimental de la variación de las presiones plantares en estática debido al efecto del instrumento, así como me ha resuelto todas las dudas y cuestiones que he planteado.

Doy por hecho que he estado informado/a que mis datos personales no serán utilizados ni almacenados en ninguna base de datos, solamente serán utilizados mis datos recogidos en la plataforma de presiones únicamente para un fin académico.

Entiendo que mi participación es totalmente voluntaria y que podría retirar mi consentimiento para la participación en el estudio en cualquier momento, y que rehusar a participar no implicará penalización alguna o pérdida de beneficios para mí.

Es por este motivo que doy mi CONSENTIMIENTO para participar en el estudio **“VARIACIÓN DE LAS PRESIONES PLANTARES EN ESTÁTICA DEBIDO AL EFECTO DEL INSTRUMENTO MUSICAL”**

Fecha de consentimiento: 19/01/2019

Firma del/a participante

Firma de la estudiante