

“Estudio de la traslación de las presiones plantares en dinámica en pacientes con amputaciones digitales”

Study of the translation of plantar pressures in dynamics in patients with digital amputations

Sofía Marsol Álvarez

Curso: 2017-2018

Trabajo final de grado

Codi GIGA: 360416



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Resumen

Introducción: Una de las complicaciones podológicas de la Diabetes Mellitus (DM) es el Pie diabético (PD), que afecta a una de cada cinco diabéticos a lo largo de su vida. Las amputaciones son el desenlace más desafortunado del PD. Dentro de ellas, las digitales son bastante usuales, y pueden ser de dos tipos transfalángicas (TFL) o transmetatarsianas (TMT). **Objetivos:** Definir el tipo de amputación digital que provoca menor patología posterior. **Material y métodos:** Por un lado, respecto al análisis bibliográficos se utilizaron 23 referencias. También se dispuso de una muestra de 99 pacientes visitados en la Unidad Funcional del Pie Diabético de Bellvitge (UFPDB), con los que se pudo cuantificar datos de prevalencia y finalmente 10 de ellos acudieron a realizar el estudio, de estos se extrajeron los datos referentes a las presiones plantares. **Resultados:** Las amputaciones TMT fueron las más prevalentes, sobre todo las de primer radio. A su vez, las TMT fueron las que presentaron presiones pico y medias superiores a las TFL. **Discusión:** Según la bibliografía las amputaciones de primer radio son las más numerosas, como sucede en el estudio. No obstante, la amputación con menor presión media y pico de presión plantar fueron la TMT de primer radio y la TFL de tercer dedo. Los registros de mayor presión pico y media fueron en la TMT de primer y cuarto radio. Por esta controversia respecto al primer radio, habría que valorar una muestra más grande. **Conclusiones:** Las amputaciones digitales con menor riesgo de patología es la TMT de cuarto radio.

Palabras clave: amputación digital, transfalángica, transmetatarsiana, pie diabético, presión plantar

Acrónimos: OMS: Organización Mundial de la Salud. DM: Diabetes Mellitus. PD: Pie diabético. TMT: transmetatarsiana. TFL: transfalángica. UFPDB: Unidad Funcional de Pie Diabético de Bellvitge. HR: hallux rigidus. PI: pie izquierdo. PD: pie derecho. CMTT: cabeza metatarsal. BMTT: base metatarsal. Mtt: metatarsiano. Fal: falange. ALI: arco longitudinal interno. TPA: articulación tibio-peronea. ASA: articulación subtalar. PF: plantarflexión. DF: dorsiflexión

Abstract

Background: One of the podiatric complications of Diabetes Mellitus (DM) is the diabetic foot (DF), which affects one in five diabetics in their lifetime. Amputations are the most unfortunate outcome of DF. Among them, digital ones are quite common, and they can be: transfalangeal (TFL) or transmetatarsal (TMT). **Objectives:** To define the type of digital amputation that causes the least subsequent pathology. **Material and methods:** On one side, 23 references were used for bibliographic analysis. There was also a sample of 99 patients visited in the Functional Unit of the Diabetic Foot of Bellvitge (UFPDB), with which prevalence data could be quantified. Finally, 10 of them came to carry out the study, from which data referring to plantar pressures were extracted. **Results:** TMT amputations were the most prevalent, especially first radius amputations. In turn, TMTs had higher peak and mean pressures than TFLs. **Discussion:** According to the literature, first radius amputations are the most numerous, as in this study. However, the lowest mean pressure and peak plantar pressure amputation were first radius TMT and third toe TFL. The highest peak and mean pressure records were for the first and fourth radius TMT. Because of this controversy over the first radio, a larger sample should be assessed. **Outcomes:** Digital amputations with lowest risk of pathology were fourth radius TMT.

Keywords: digital amputation, transfalangeal, transmetatarsal, diabetic foot, plantar pressure

Introducción

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) la Diabetes Mellitus (DM) es una enfermedad crónica que aparece cuando el páncreas no produce insulina suficiente o cuando el organismo no utiliza eficazmente la insulina que produce ^(1,2). La hiperglucemia (aumento de azúcar en sangre mantenida) es una de las consecuencias de una diabetes mal controlada, que con el tiempo lesiona gravemente varios órganos y sistemas del organismo como el sistema circulatorio y el sistema nervioso ⁽¹⁾. Dentro de las complicaciones de la DM encontramos las macrovasculares, que se relacionan con las manifestaciones de la aterosclerosis: cardiopatía isquémica, accidentes cerebrovasculares y arteriopatía periférica; las microvasculares: retinopatía (uno de cada tres pacientes con DM), neuropatía (30% de los diabéticos) y nefropatía (8% de los pacientes de corta evolución y 50% de larga evolución), son las causantes de ceguera, amputación no traumática de los miembros inferiores e insuficiencia renal terminal ⁽³⁾. La población mundial con DM en 2014 eran 422 millones de adultos, frente a los 108 millones en 1980 ⁽⁴⁾. En el 2016 se estimó que la población diabética representaba un 9,4% de la población española (el sexo masculino estaba afectado en un 10,6% y el femenino una 8,2% de su población), mientras que la mortalidad causada por DM fue un 3% ⁽⁵⁾.

A nivel podológico existe una complicación conocida como “pie diabético” (PD), que se define como la infección, ulceración y/o destrucción de los tejidos profundos relacionados con alteraciones neurológicas y distintos grados de enfermedad vascular periférica en las extremidades inferiores ^(2,3). Afecta una de cada cinco personas diabéticas al menos una vez en su vida ⁽⁶⁾. Así mismo, una de las consecuencias más desafortunadas del PD son las amputaciones, es decir, la separación del cuerpo de una extremidad o parte de ella. Las amputaciones no traumáticas son 15 veces más frecuentes en la población diabética y además la tasa en la población masculina se encuentra triplicada ⁽⁷⁾. Entre 7%-20% de los pacientes con úlceras en el pie necesitarán amputaciones ⁽⁸⁾. Todo esto supone un incremento del coste sanitario, hay que tener en cuenta que los pacientes diabéticos utilizan de dos a tres veces más los recursos en sanidad que los no diabéticos y, por ende, el gasto está directamente relacionado con el número e importancia de las comorbilidades. En 2013 la DM supuso el 10,8% del gasto sanitario mundial, mientras que en el caso de España los costes de la DM de tipo 2

suponen entre un 7-13% del presupuesto sanitario ⁽⁹⁾. Cabe destacar que el 80% de las amputaciones podrían evitarse y con ello se reduciría en gran parte el coste ⁽¹⁰⁾.

Una de las amputaciones más frecuentes que se realizan en el pie del paciente diabético son las amputaciones digitales. Estas, son consideradas como amputaciones menores, que, con el tiempo, provocan la desviación de los dedos no amputados del mismo pie, con el fin de reemplazar el espacio existente. Si este desplazamiento de los dedos no amputados no se evita, puede causar alteraciones a nivel estructural y de presiones, lo que provoca lesiones en el pie afectado, y puede llegar a ser causa de reamputación.

Actualmente existen varias técnicas que se utilizan para realizar una amputación, aunque en la mayoría de los casos, estas técnicas varían según el servicio en que se realiza la amputación y según el grado de urgencia y la causa de la intervención.

Existen dos técnicas de uso más frecuente. Por un lado, la amputación digital acompañada de la amputación del mismo radio hasta su diáfisis o amputación transmetatarsiana (TMT), lo que implica un acercamiento de los radios proximales al radio amputado y de los dedos, en el caso que sean dedos medios. Y por otro lado tenemos la amputación exclusiva de las falanges o transfalángica (TFL), lo que provoca, una desunión y caída del metatarsiano que corresponde al dedo amputado⁽¹¹⁾.



(Figura 1)



(Figura 2)

En el primer caso (*Fig. 1*) se trataría de amputación exclusivamente de falanges mientras que en la segunda imagen (*Fig. 2*), se observa una amputación que incluye el metatarsiano y las falanges.

Hipótesis y objetivos

La pregunta que este trabajo pretende responder es: ¿Qué tipo de amputación digital provoca con el paso del tiempo menos alteraciones en la estructura y estabilidad del pie?

Para responder a esta pregunta nos marcamos tres objetivos concretos:

- Analizar los diferentes tipos de amputación.
- Definir las alteraciones anatómicas y biomecánicas generadas por cada uno de los tipos de amputación.
- Analizar qué tipo de amputación es la que provoca menos patología posterior.

Material y métodos

Este trabajo se dividió en dos partes: la búsqueda bibliográfica y la parte experimental.

a) Búsqueda bibliográfica.

Se realizó una búsqueda bibliográfica durante los meses de noviembre de 2017 a abril de 2018 en bases de datos como Pubmed, donde fueron extraídos la mayoría de artículos, Dialnet, Science Direct y Google Scholar. También páginas oficiales como la OMS y un libro para complementar información.

Los términos utilizados en la recogida fueron [“minor amputation AND diabetic foot”] y [“plantar pressure AND partial amputations AND diabetic foot”]. Se realizaron otras búsquedas con los términos “ray amputation”, “toe amputation” y “digital amputation”; los cuales no se pudieron utilizar por la incompatibilidad de archivos.

Se seleccionaron artículos que incluyeran información sobre amputaciones menores, presiones plantares en amputados y amputados con diabetes mellitus; mayoritariamente en inglés. Se excluyeron artículos que trataban exclusivamente sobre amputaciones mayores y tratamientos farmacológicos o protésicos sobre el pie diabético.

Inicialmente la suma total de artículos fueron 354, de los cuales 294 fueron descartados tras leer el título ya que no estuvieron relacionados con el tema de estudio. Tras la lectura

del resumen de los 60 restantes, 43 artículos fueron seleccionados para la lectura completa, los 17 restantes se excluyeron porque las palabras: “presiones”, “amputación” o “diabetes”, no aparecían en el resumen o bien porque no compartían el tema de interés. Así mismo de estos 43, se utilizaron finalmente 23 en el estudio ya que el resto de artículos eran de pago o bien no presentaban datos de utilidad para realizar el trabajo. Estos datos se recogen en la figura 1, que se realizó siguiendo el modelo PRISMA.

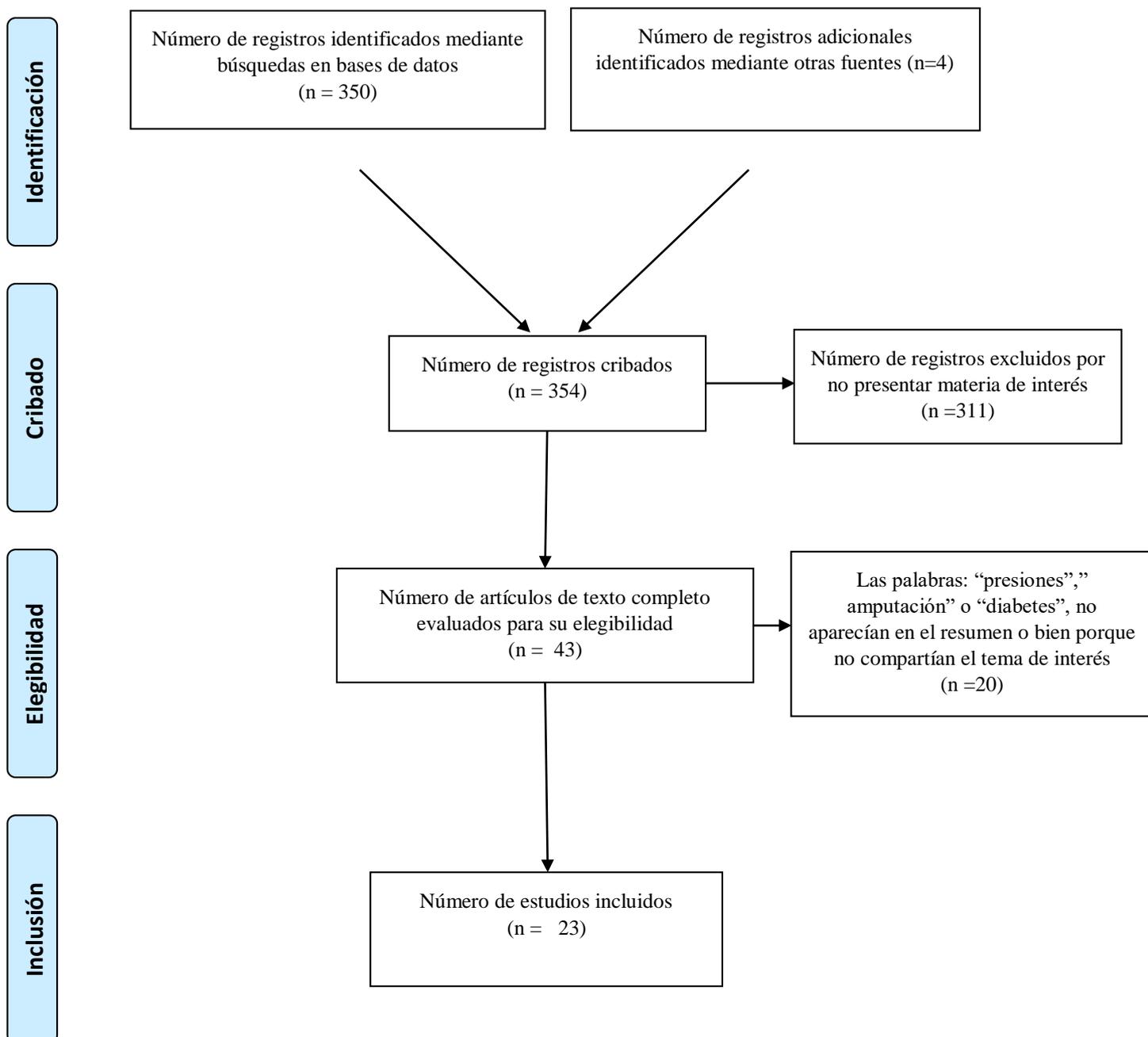


Fig. 3. Diagrama de flujo según el modelo PRISMA.

b) Análisis experimental

Para realizar el análisis experimental, los pacientes se seleccionaron de la Unidad funcional de Pie Diabético del Hospital de Bellvitge (UFPDB).

- Selección de pacientes para el estudio:

Tras revisar las historias clínicas de los pacientes de la UFPDB, los pacientes seleccionados para realizar el estudio fueron 99. Los ítems que se emplearon para rellenar la selección fueron: edad y sexo; tipo de DM; presencia o no de amputación, tipo y segmentos amputados; años en los que sucedieron las amputaciones; origen de la amputación; existencia de radiografías; CIP y teléfonos; patologías asociadas y complicaciones; exitus o no y, por último, si estaban afectados con artropatía de Charcot.

Criterios de inclusión para participar en el estudio: Presentar al menos una amputación de tipo digital provocada por PD. Después de contactar con los pacientes telefónicamente 10 accedieron a participar en el estudio. Los pacientes fueron citados en el Hospital Podológico de la Universidad de Barcelona para realizar el estudio, donde acudieron con un volante de Catsalut.

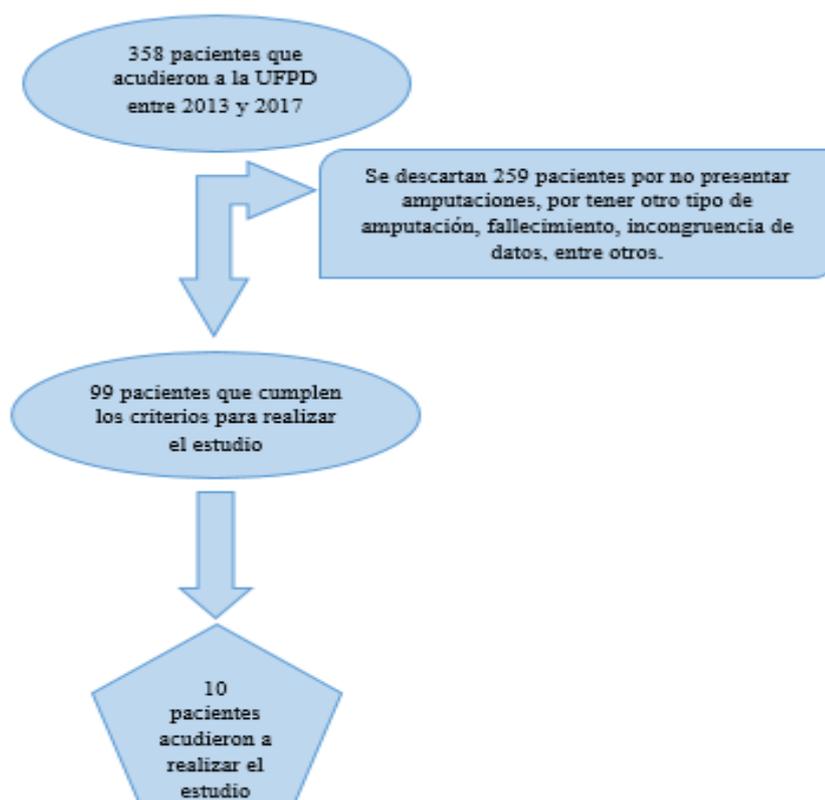


Fig.4. Representación de la selección de pacientes para realizar el estudio.

- **Documentación del estudio:**

- Información sobre el estudio. Se les entregó a los pacientes una hoja donde se aportó información sobre qué era la DM, el objetivo del estudio, el procedimiento a realizar, el hecho que no existía ningún riesgo añadido ni tampoco beneficio monetario alguno y por último la confidencialidad de los datos de los pacientes (Anexo 1).

- Firma de consentimiento informado. En el documento los pacientes mediante su DNI y su nombre y apellidos, dejaban constancia de la participación voluntaria en el estudio ya que habían entendido a información proporcionada y que sus datos eran confidenciales. También alegaban que podían retirar el consentimiento para la participación en el estudio en el momento que lo desearan (Anexo 2).

- Firma de consentimiento de cesión de imágenes. Debían manifestar que se podían utilizar las fotografías tomadas única y exclusivamente con finalidades científicas, docentes o didácticas.

- **Protocolo utilizado para el estudio**

-Anamnesis:

En relación a su historial clínico (Anexo 5), se realizaron preguntas sobre: patologías asociadas, evolución y tipo de DM, años desde la amputación, origen de la misma, segmentos amputados, cambios físicos y morfológicos que habían padecido desde entonces, si habían presentado reamputaciones, entre otras), para poder contrastar con la información recogida de la UFPDB.

-Exploración:

Consistió en una breve inspección y palpación del pie para comprobar la presencia de heridas, limitaciones articulares y estado general de los pies.

-Medida de las presiones plantares:

Se tomaron las imágenes de las presiones plantares. Dichas imágenes fueron obtenidas en estática y en dinámica con el pie descalzo (éstas últimas fueron las utilizadas en el estudio). Las imágenes se tomaron mediante la plataforma de presiones “Podoprint”. Los datos que se extrajeron fueron: superficies izquierdas y derechas totales (cm^2), presiones máximas de ambos pies (g/cm^2), presiones medias bilateralmente (g/cm^2) y localización del punto de mayor presión.

-Análisis radiológico:

Se fotografiaron los pies y se realizaron radiografías a aquellos pacientes que no tenían o a las que eran anteriores al 2017; con la finalidad de comprobar el nivel de amputación, los segmentos amputados y los cambios estructurales que pudieran ocurrir posteriormente a la amputación.

Resultados

Los resultados se han organizado de diferentes formas, por un lado, se realizaron gráficos organizando los datos que se extrajeron a partir de los 99 pacientes de la UFPDB, y por otro lado aquellos datos obtenidos a partir de los 10 pacientes que se escogieron para realizar el estudio.

- Datos recogidos de los pacientes de la UFPDB

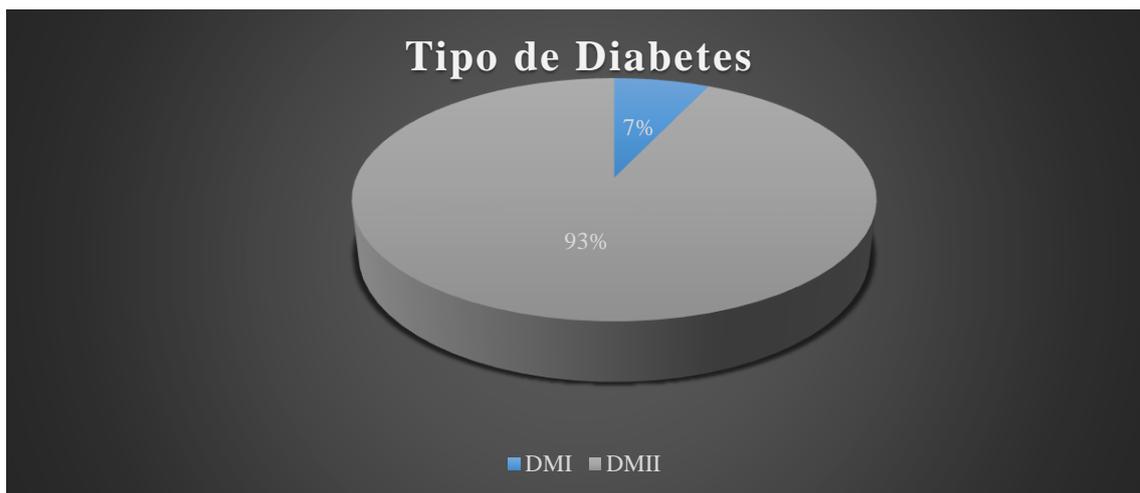


Gráfico 1. Tipo de Diabetes de los pacientes con amputaciones digitales. Fuente: elaboración propia.

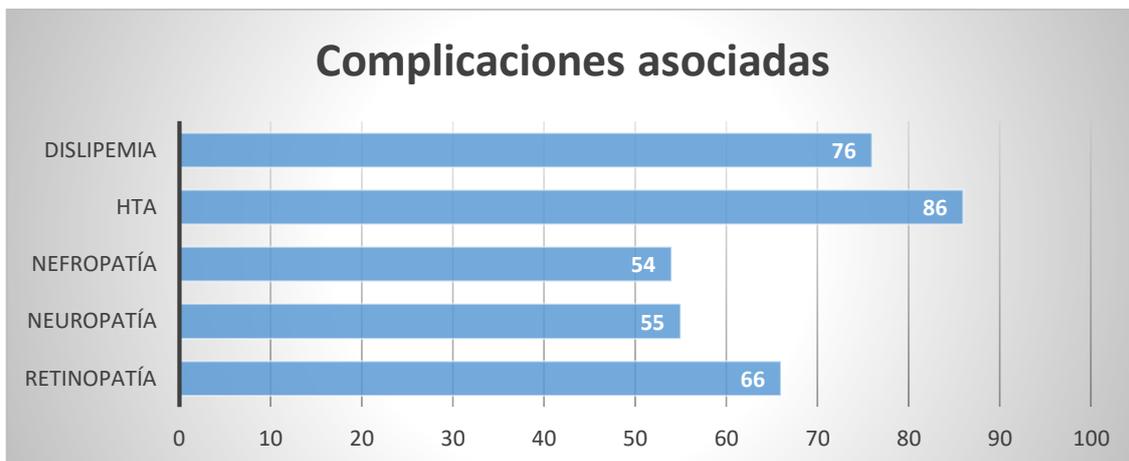


Gráfico 2. Complicaciones asociadas y consecuencias de la DM. En esta tabla se pueden ver las diferentes complicaciones asociadas: dislipemia e hipertensión arterial; y consecuencias de la diabetes: nefropatía, neuropatía y retinopatía. Siendo la hipertensión arterial la más prevalente. Fuente: elaboración propia.

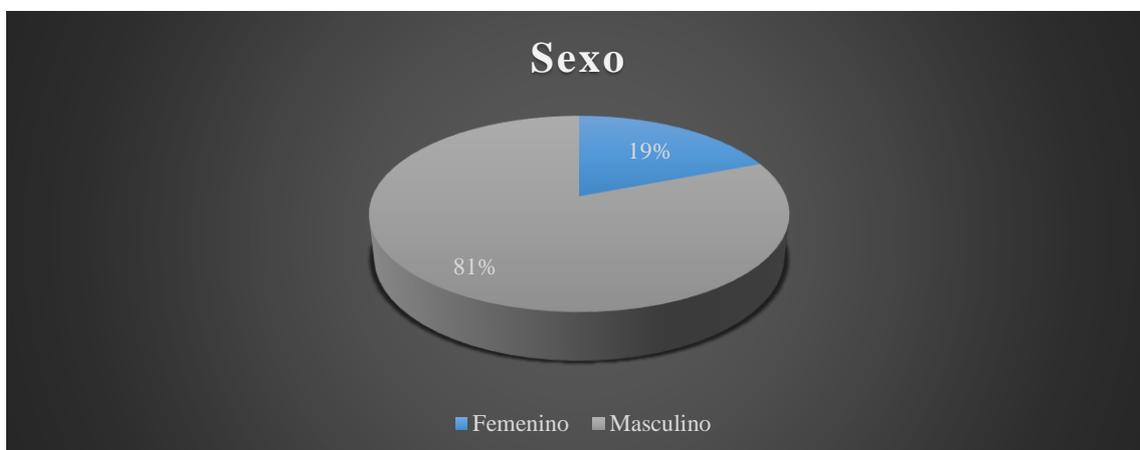


Gráfico 3. Porcentaje de sexos de los pacientes. El sexo masculino, más predominante en la muestra que el femenino. Fuente: elaboración propia.

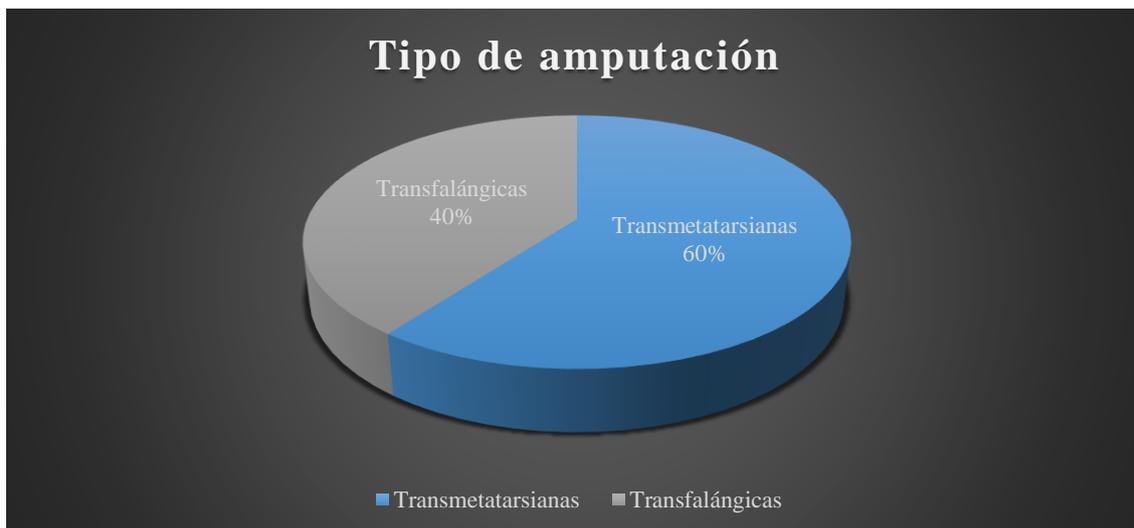


Gráfico 4. Proporción los tipos de amputaciones digitales. En esta imagen podemos observar que el tipo de amputación digital más prevalente practicado en la UFPDB es de tipo TMT, es decir, aquellas que comprometen la amputación del metatarsiano juntamente a los dígitos. Fuente: elaboración propia.

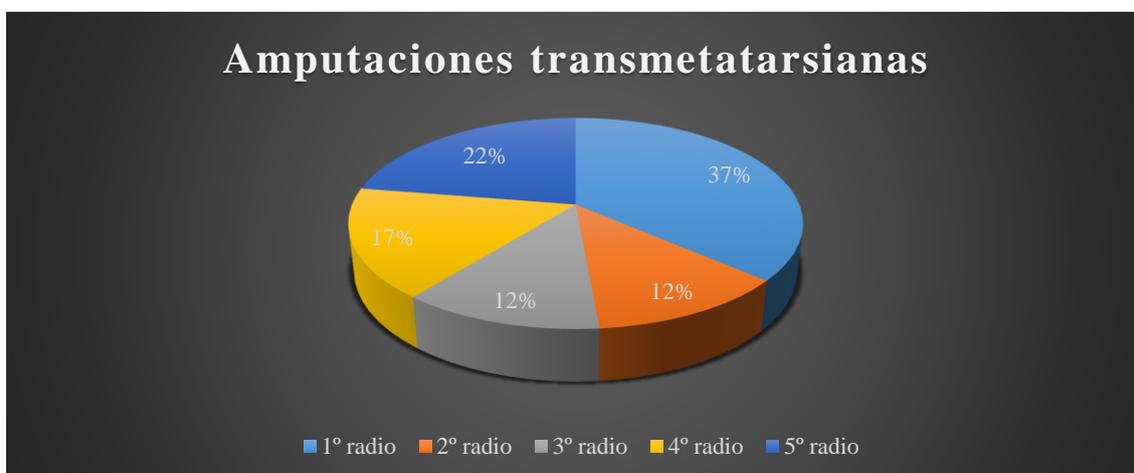


Gráfico 5. Proporción de amputaciones digitales TMT. Este gráfico muestra los tipos de amputaciones TMT según el radio afectado de los pacientes de la UFPD. Cabe destacar que el primer radio es el más amputado con diferencia. Fuente: elaboración propia.

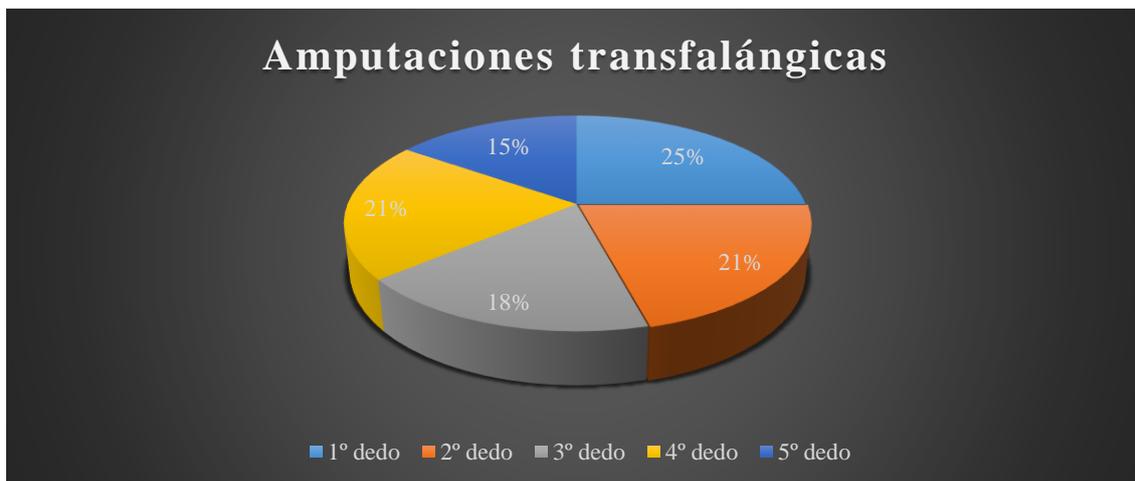


Gráfico 6. Proporción de las amputaciones digitales TFL. Según la información recogida de la muestra, el primero sigue siendo el dígito más perjudicado como pasa en el caso de las TMT. Fuente: elaboración propia.



Gráfico 7. Proporción según extremidad amputada. La información proporcionada por el gráfico indica cual es la extremidad donde se presentan la o las amputaciones efectuadas. En la mayoría de los casos la extremidad derecha es la que sufre la amputación, seguida de la izquierda y en el menor de los casos se producen amputaciones en ambas extremidades. Fuente: elaboración propia.

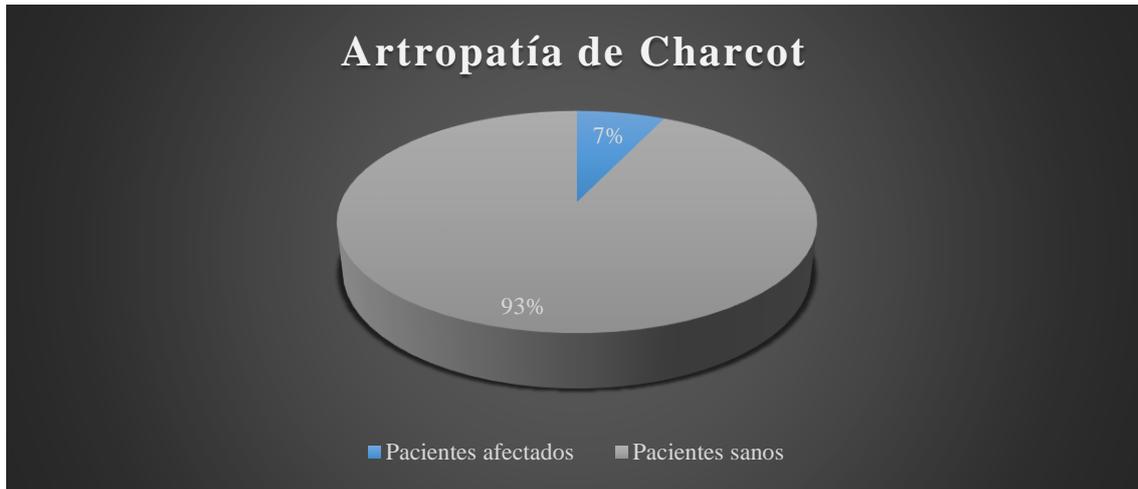


Gráfico 8. Proporción de pacientes afectados con la artropatía de Charcot. Tan solo un 7% de los pacientes se vieron afectados, mientras que la gran mayoría no presentaron indicios de padecerla. Fuente: elaboración propia.

	Superficie izquierda(cm2)	Superficie derecha(cm2)	Presión máxima izquierda(g/cm2)	Presión máxima derecha(g/cm2)	Presión media izquierda(g/cm2)	Presión media derecha(g/cm2)	Tipo de amputación	Segmento amputado	Localización máxima presión
Paciente 1	149	141	2403	2736	1256	1198	Transfalángica PD- Transmetatarsiana PI	PI: CMTT + falanges 1º radio/PD: falanges de 1º,2º y 3º radio	PI:2ª CMTT- PD:2ª y 3ª CMTT
Paciente 2	168	65	1144	871	579	Prótesis por amputación infracondílea	PI:Transmetatarsiana	PI:Diáfisis MTT+CMTT+ falanges 1º radio	3ª/4ª BMTT PI
Paciente 3	158	150	5116	5076	1571	1528	Transmetatarsiana	PD: CMTT + falanges de 1º y 4º radio- PI: CMTT+ falanges 4º mtt	PI:1ª CMTT- PD: 2ª CMTT
Paciente 4	158	135	1571	3684	1120	1094	Transmetatarsiana	PD:CMTT+ falanges 1º radio	PD:3º CMTT
Paciente 5	181	169	1867	1501	825	695	PD:Transfalángica- Transmetatarsiana	PD: falanges del 2º dedo y CMTT+falanges de 5º radio	PI: 2º dedo- PD: 4ª CMTT
Paciente 6	161	172	1973	1323	722	610	Transfalángica	PI: falanges 3º radio	PI: 3º CMTT
Paciente 7	137	151	2579	1669	791	867	Transfalángica	PD: falanges 5º dedo	PI: 1ª CMTT- PD: 4ª CMTT

Paciente 8	175		2055	2071	771	833	PD:Transmetatarsiana- Transfalángica	PD: CMTT+ falanges de 3° y 5° radio- falanges de 4° dedo	PI: 1ª CMTT- PD: 4ª CMTT
Paciente 9	148	162	1304	1576	750	806	Transfalángica- Transmetatarsiana	PI: falanges de 1° y 2° radio- PD: parte de diáfisis+ CMT+ falanges de 1° y 5° radio	Retropié derecho
Paciente 10	158	153	2150	1930	958	897	Transfalángica	PD: falanges de 2° y 3° dedo	PI: 5ª CMTT-PD: 1ª CMTT

Tabla 1. Presiones plantares, tipo de amputación y localización de máxima presión. En la tabla se muestran los diferentes valores para las superficies, las presiones pico y las presiones medias. A su vez, estos datos se relacionaron con el tipo de amputación, las consecuencias producidas a nivel morfológico o características que ya presentaban los pacientes. También puede observarse si guarda relación el punto de sobrecargas con las características existentes en cada paciente. Acrónimos utilizados: HR: hallux rigidus PI: pie izquierdo PD: pie derecho CMTT: cabeza metatarsal BMTT: base metatarsal Mtt: metatarsiano Fal: falange ALI: arco longitudinal interno TPA: articulación tibio-peronea ASA: articulación subtalar PF: plantarflexión DF: dorsiflexión. Fuente: elaboración propia.

	Amputación	Observaciones morfológicas	Hallazgos radiológicos	Localización de máxima presión
Paciente 1	PI: CMTT + falanges 1° radio/PD: falanges de 1°,2° y 3° radio	PI: 2° dedo en garra+ limitación TPA. PD:TPA limitada y movimiento del 5° dedo limitado ligeramente.	PI: Hipertrófia 2ª mtt-fal. PD:desviación hacia medial de 4° y 5° dedos	PI:2ª CMTT- PD:2ª y 3ª CMTT
Paciente 2	PI: Diáfisis MTT+CMTT+ falanges 1° radio	TPA limitada y rigidez en el PD.	PI: deformación diáfisis 2° MTT,CMTT de 3°,4° y 5° MTT	3ª/4ª BMTT PI
Paciente 3	PD: CMTT + falanges de 1° y 4° radio- PI: CMTT+ falanges 4° mtt	PD: garra digital, TPA, ASA y 5° radio movimiento limitados. PI: desviación 1°,2° y 3° lateralmente y 5° medialmente; TPA, ASA y 5° radios limitados y 1° radio HR.	PD: atrofia 2ª y 3ª mtt-fal. Desintegración de la 5ª CMTT+ pérdida de congruencia articular+ luxación digital. PI: desviación lateral de 1°,2° y 3° dedos y desviación medial del 5° dedo.	PI:1ª CMTT- PD: 2ª CMTT
Paciente 4	PD:CMTT+ falanges 1° radio	PD: hipermovilidad todos los dedos, garra digital, 1° y 5° radios DF limitada. PI: garra digital, 1° radio HR y 5° DF limitada. TPA limitada bilateralmente y ap. Estiloides prominentes bilateralmente	PD:2ª CMTT deformada y base falange proximal aplanada.	PD:3° CMTT
Paciente 5	PD: falanges del 2° dedo y CMTT+ falanges de 5° radio	1° radio HR(PI). PD: Desviación externa del 1° dedo e interna del 3° dedo. 3° dedo en supraducción	Paciente afectado de Charcot. PD: destrucción articular 1ª y 4ª mtt-fal, destrucción y luxación 3ª mtt-fal. Desviación externa del 1° dedo e interna del 3° dedo.	PI: 2° dedo- PD: 4ª CMTT

Paciente 6	PI: falanges 3° radio	PI: 2° dedo supraducción, 5° dedo infraducción y 4° dedo ligera desviación. 5° radio PI PF aumentada.	PD: Artrosis 1° articulación mtt-fal	PI: 3° CMTT
Paciente 7	PD: falanges 5° dedo	PD: dedos en garra, 1° PF. PI: 1° y 5° PF.	No se observan cambios radiológicos consecuentes a la amputación.	PI: 1ª CMTT- PD: 4ª CMTT
Paciente 8	PD: CMTT+ falanges de 3° y 5° radio- falanges de 4° dedo	PD: 2° dedo en garra y aumento del ALI.	Atrofia 2ª mtt-fal PD	PI: 1ª CMTT- PD: 4ª CMTT
Paciente 9	PI: falanges de 1° y 2° radio- PD: parte de diáfisis+ CMTT+ falanges de 1° y 5° radio	TPA limitada y 1° limitado en DF.	No se observan cambios radiológicos consecuentes a la amputación.	Retropié derecho
Paciente 10	PD: falanges de 2° y 3° dedo	PI: 1° PF, 4° y 5° PF+ dedos en DF. PD: 1° PF. Equino de columna lateral, TPA limitada y 1° radio PF(bilateralmente).	No se observan cambios entre las diferentes amputaciones a pesar de haber transcurrido varios años.	PI: 5ª CMTT-PD: 1ª CMTT

Tabla 2. Se puede ver información del tipo de amputación que sufría el paciente, el tipo de características que se encontraron como limitaciones de movilidad o de posición del pie, los cambios o características radiológicas y por último el o los puntos de máxima presión. Acrónimos utilizados: HR: hallux rigidus PI: pie izquierdo PD: pie derecho CMTT: cabeza metatarsal BMTT: base metatarsal Mtt: metatarsiano Fal: falange ALI: arco longitudinal interno TPA: articulación tibio-peronea ASA: articulación subtalar PF: plantarflexión DF: dorsiflexión. Fuente: elaboración propia.

Medida	Media	Máximo	Mínimo
Superficies izquierdas (cm ²)	159,3	181	137
Superficies derechas (cm ²)	144,2	172	65
Presiones plantares medias izquierdas (g/cm ²)	934,3	1571	579
Presiones plantares medias derechas (g/cm ²)	947,5	1528	610
Picos de presión plantares medios izquierdos (g/cm ²)	2216,2	5116	1144
Picos de presión plantares medios derechos (g/cm ²)	2243,7	5076	871
Presiones plantares medias transfalángicas (g/cm ²)	851,71	-	-
Presiones plantares medias transmetatarsianas (g/cm ²)	1018	-	-
Pico de presiones medio de transfalángicas (g/cm ²)	1883,42	-	-
Pico de presiones medio transmetatarsianas (g/cm ²)	2776,37	-	-

Tabla 3. Superficies plantares medias y presiones plantares medias. En la tercera tabla podemos observar las diferentes presiones y superficies medias de los pacientes que acudieron al estudio.

Discusión

Las presiones plantares difieren mucho dependiendo en gran parte de qué tipo de amputación se esté tratando, no obstante, existen otros factores que intervienen en este proceso y que se comentarán más adelante.

Las amputaciones digitales TMT representan el 60% de las amputaciones digitales y dentro de ellas, el radio con más prevalencia de amputaciones es el primero (36%), al igual que la información de la bibliografía ⁽¹²⁻¹⁴⁾. Según Armstrong et al. ⁽¹⁴⁾ las amputaciones provocadas en el primer radio o dedo eran las más numerosas, aunque no especificó si se trataban de solo falanges o también incluían el metatarsiano. Hay estudios que reflejan que posteriormente a la amputación de este radio se requieren amputaciones a niveles superiores ^(12,15). A nivel transfalángico el dedo más amputado también es el primero, según los resultados de la muestra.

Otro dato a comentar es que, tanto en la muestra de los 99 pacientes iniciales hubo un 81% de pacientes hombres y en la bibliografía también el sexo masculino predomina con diferencia en las amputaciones ^(12,14,16,17,18). Gurney et al. ⁽¹⁷⁾ comentó que el sexo masculino tiene un riesgo 40-70% superior de padecer amputaciones y se cree que las causas podrían ser porque no son tan cuidadosos con la DM, o la relación con los factores de riesgo como el tabaco y las enfermedades vasculares.

Respecto a las complicaciones de la DM y los factores asociados a ella, se determinó que la muestra presentaba los siguientes índices: 76 pacientes con dislipemia, 86 con hipertensión, 54 nefropatía, 55 neuropatía y 66 retinopatía. Siendo la hipertensión el factor de riesgo asociado a la DM más prevalente. Chu et al. ⁽¹²⁾ dedujo que la neuropatía se presentaba como la complicación más notoria; mientras que según Singh et al. ⁽¹⁹⁾ la retinopatía fue la mayor complicación con un 67%.

Según la muestra de pacientes con amputaciones digitales, el 49% de ellos presentaron estas amputaciones en la extremidad inferior derecha, un 29% en la izquierda y un 21% en ambas extremidades.

El índice de reamputaciones es un factor bastante comentado en la literatura. Este hecho se asocia al de padecer reulceraciones, donde la no curación de éstas favorecería un desenlace hacia la amputación. Por ejemplo, en un estudio prospectivo, se registraron las incidencias de las ulceraciones al cabo de cinco años. Casi un 50% de los pacientes experimentaron reamputaciones dentro de los 5 años de padecer una amputación digital. También las reamputaciones de la misma extremidad fueron de 33,5% mientras que la de sufrir amputaciones contralaterales fue del 15,1%. De los sujetos con reamputaciones menores, 25 (13,5%) presentaron otras dos o más veces otras amputaciones ⁽¹²⁾. En otro estudio, el índice de reamputaciones fue muy parecido (48%), de los cuales 29,2% sufrieron una amputación menor secundaria a una amputación digital y un 19,5% una amputación mayor secundaria ⁽¹⁵⁾. Armstrong registró un índice de 13,4% de reamputados menores tras previa amputación en los pies ⁽¹⁴⁾.

Las presiones y las superficies, tomadas en dinámica, que se obtuvieron fue de una pequeña muestra de 10 pacientes de los 99 que se habían preseleccionado. Es por esto que los resultados no se puedan generalizar o extrapolar a una muestra más grande de pacientes. Además, respecto a esta parte del estudio, los artículos que se encontraron en la bibliografía no se adecuan en su totalidad a los criterios del estudio, por lo que se hace difícil poder comparar nuestros resultados con los ya existentes. De hecho, Chu et al. ⁽¹²⁾, comentó que existen muchos estudios que recopilan información sobre las consecuencias de las amputaciones mayores, aunque es muy raro ver artículos sobre las consecuencias de las amputaciones digitales. Lo que sí se sabe es que las amputaciones digitales son las amputaciones menores que menos consecuencias en la calidad de vida y en la supervivencia del paciente provocan.

Las presiones plantares medias son ligeramente menores en la extremidad inferior derecha, no obstante, la superficie mínima de 65 cm² del paciente con prótesis hace que esta media decaiga en gran medida. Los valores medios derechos de las presiones plantares son ligeramente superiores, dato correlativo a que las superficies derechas sean también un tanto menores y por tanto a menor superficie, mayor presión.

Los picos de presiones máximas también son bastante similares. Cabe destacar que la presión mínima derecha pertenece al paciente con prótesis y por tanto este hecho modificó las presiones ejercidas. Es llamativo que la presión pico máxima sea 2,26 veces superior a la media. La máxima presión pico izquierda, es también 2,31 veces mayor que la media y vuelve a ser la máxima presión pico en el mismo paciente. En el estudio realizado por Fernández et al. ⁽¹⁸⁾ donde se incluyeron pacientes ulcerados y/o amputados, se determinó que las presiones plantares pico medias para el pie derecho fueron de 2347 g/cm² y las izquierdas de 2441 g/cm². En el caso de nuestro estudio las presiones derechas son superiores, no obstante, hay que tener en cuenta que el estudio comentado, existen sujetos que no están amputados y por tanto no es comparable con el estudio que se realizó.

Las presiones plantares medias fueron más elevadas en las amputaciones TMT. En el caso de las presiones pico medias vuelve a suceder lo mismo. Es evidente que tanto en las presiones pico como en las presiones medias las TMT generan presiones superiores.

Según los tipos de amputaciones, las amputaciones que registraron menores presiones medias y menores pico de presión, fueron las TMT de primer radio y las TFL de tercer radio. Por otro lado, las que generaron presiones más altas pico y medias fueron la TMT de primer y cuarto radio. Existe una controversia para analizar estos datos y determinar que amputación sería la menos dañina, ya que en el caso del primer radio a veces aparece con presiones máximas y otras con presiones mínimas. Por ello habría que valorar otros factores que se comentaran más adelante y que también intervienen conjuntamente con las presiones plantares.

Las regiones del pie que presentaron mayores presiones tras las amputaciones provocadas fueron: la 1ª CMTT mayoritariamente; la 2ª, 3ª y 4ª en tres ocasiones y en menor parte la 5ª CMTT, el retropié, los dedos y BMTT. Observamos por tanto que, la zona con mayor predisposición a presiones elevadas sigue siendo la zona metatarsal. Este dato además coincide con que las presiones medias y pico sean superiores para las amputaciones digitales TMT. En un estudio se tomaron las presiones de los pacientes con el mismo tipo de calzado y mediante la plataforma F-scan a 11 pacientes con amputaciones únicas en el primer dedo o radio y en solo una de las extremidades, se observó que los pacientes que presentaban estas amputaciones generaban hiperpresiones en la zona del primer metatarsiano, metatarsianos menores y en los dedos ⁽²⁰⁾. En cambio, en otro estudio determinó que los pacientes con amputaciones parciales presentaban picos de presión elevados en el talón de la extremidad contralateral ⁽²¹⁾. Mientras que en el estudio realizado en pacientes diabéticos neuropáticos no amputados, indicó que las presiones plantares pico que se producen en el antepié son 36% superiores a las del retropié ⁽²²⁾. En este caso, aun no siendo pacientes amputados, los registros de presiones son superiores en el antepié, tal y como sucede con los sujetos del estudio.

Los cambios a nivel radiológico registrados en el estudio fueron los siguientes, por orden de mayor a menor: desviaciones, deformaciones de cabezas metatarsales o de la articulación, pérdida de congruencia articular, hipertrofias, luxaciones, deformaciones diafisarias, desintegraciones y aplanamientos. En 3 sujetos del estudio no se registraron cambios radiológicos a excepción de las amputaciones. Dedos en garra, limitación de la TPA, limitación del movimiento del 5º dedo, desviaciones de los dedos y PF del 1º radio, fueron los cambios morfológicos en mayor número.

Se cree que las amputaciones parciales presentan un riesgo de ulceración, ya que la superficie de apoyo disminuye⁽¹⁸⁾. Actualmente no existe una presión límite que prediga directamente el riesgo de tener ulceraciones y que se pueda aplicar universalmente. Esto sucede porque hay otros factores que intervienen en el proceso de ulceración y porque cada plataforma varía en el sistema de obtención de las presiones. Las prominencias óseas, el espesor del tejido graso del antepié, la dureza de la piel, movilidad limitada de pie y tobillo o padecer otras enfermedades como la artropatía de Charcot son algunos de los factores que intervienen conjuntamente con las presiones plantares a la hora de padecer ulceraciones⁽²³⁾. Ante un exceso de presión se pueden generar callosidades o bien rotura de la piel. En este último caso existen tres procesos que explican la rotura de la piel: tiempo prolongado de las presiones, que acaban provocando isquemia; presiones aumentadas en un área disminuida o incremento del número de presiones que provoca fatiga mecánica. Si estas heridas no consiguen cicatrizar, se convierten en procesos ulcerosos y estos en amputaciones potenciales⁽²³⁾. No obstante, existe una plataforma en el mercado, EMED para la que se ha establecido este límite tras efectuar diversos estudios al respecto. La presión límite de esta plataforma son 7138 g/cm² o 700 kPa⁽²³⁾.

Teniendo en cuenta que una amputación menor en 2014 fue de 4222£ y la suma total anual superior a 16 millones de libras en Reino Unido, esto supone una gran carga para el sistema socio-sanitario⁽²⁴⁾. Por ello, es debido realizar una buena prevención y cura del pie diabético para poder prevenir estos problemas a largo plazo.

Limitaciones

Las limitaciones del estudio han sido numerosas. Por lo que hace referencia a la búsqueda bibliográfica, fue bastante difícil encontrar artículos que se adecuasen a los criterios de la búsqueda y así poderlos comparar con la muestra. La gran mayoría de artículos comparados fallan en algunos de los ítems comparados con la muestra. La escasez de artículos que hablen sobre las consecuencias de amputaciones digitales y los diferentes tipos debería ser suficiente para plantear nuevas líneas de investigación en este aspecto. Por otro lado, la muestra de pacientes que finalmente pudo realizar el estudio fue una décima parte menor a la muestra prevista. Los motivos que lo justificaron fueron que muchos de los pacientes no podían acudir por múltiples motivos, otros no pudimos contactar con ellos, algunos simplemente fueron citados y no acudieron. Hay que comentar también que el análisis de datos fue muy difícil por la diferencia en cuanto a tipos de amputaciones y número se refiere.

Conclusiones

- 1.- Hay dos tipos de amputación: La amputación digital que incluye las falanges y diáfisis del metatarsiano, que supone una desviación por parte de los radios y dedos vecinos para reemplazar el espacio del radio amputado. Y la amputación solo de las falanges, lo que provoca, una desunión y caída del metatarsiano que corresponde al dedo amputado.
- 2.- En las amputaciones TMT del radio solo en tres casos de nueve amputaciones se presentan sobrecargas en los radios vecinos. Por el contrario, cuatro de once de las amputaciones TFL presentan los puntos de mayor presión en la cabeza metatarsal del radio amputado y cuatro de once amputaciones TFL trasladan los puntos de mayor presión a cabezas metatarsales vecinas.
- 3 – Según los estudios realizados, la amputación digital con menos riesgo posterior de patología es la TMT del segundo radio.

Referencias bibliográficas

1. OMS: Organización Mundial de la Salud [Internet]. Noviembre 2017. Citado el 1 de enero de 2018. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs312/es/>
2. Rodríguez I, Ballesteros M, Reina M. Relación de la calidad de vida y los autocuidados podológicos con las complicaciones asociadas a la diabetes. Estudio descriptivo. Rev Esp Pod [Internet]. 2017[Citado el 1 de febrero 2018]; 28 (2):66-72. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.repod.2017.03.008>
3. Alonso M, Santiago A, Moreno A, Carramiñana F, López F, Miravet S, Seguí M et al. Guías Clínicas Diabetes Mellitus. Badalona: Euromedice, 2015.
4. Organización Mundial de la Salud [Internet]. Organización Mundial de la Salud: 2016 [Citado el 1 de febrero de 2018]. Disponible en: http://www.who.int/diabetes/country-profiles/esp_es.pdf?ua=1
5. Organización Mundial de la Salud [Internet]. Organización Mundial de la Salud: abril 2016 [Citado el 1 de febrero 2018]. Disponible en: <http://www.who.int/diabetes/global-report/es>
6. Jurado C, Zabaleta del Olmo E, Farré C, Barceló J, Juvinyà D. Recursos y modelos de atención al pie diabético en Cataluña (España): estudio descriptivo sobre espacios de mejora. Aten Primaria [Internet].2012 [Citado el 1 de febrero de 2018];44:394-401. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.repod.2017.03.008>
7. Paiva O, Rojas N. Pie diabético: ¿Podemos prevenirlo? Rev Med Clin [Internet]. 2016[Citado el 2 de febrero de 2018]; 27(2):227-234. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.rmcl.2016.04.012>

8. Frykberg G, Zgonis T, Armstrong D, Driver R, Giurini M, Kravitz R, et al. Diabetic Foot Disorders: A Clinical Practice Guideline (2006 Revision). *J Foot Ankle Surg* [Internet]. 2006[Citado el 3 de febrero de 2018]; 45(5):1-66. Disponible en: [http://www.jfas.org/article/S1067-2516\(07\)60001-5/pdf](http://www.jfas.org/article/S1067-2516(07)60001-5/pdf)
9. García F, Villoro R, Merino M, Hidalgo Á, Hernando T, González B. Estado de salud, calidad de vida y utilización de recursos sanitarios de los pacientes con diabetes mellitus en España. *SEMERGEN - Medicina de Familia* [Internet]. 2017 [Citado el 4 febrero de 2018];43(6):416-424. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.semerg.2016.06.004>
10. OMS/FID. Día Mundial de la Diabetes: muchas de las amputaciones que acarrea la enfermedad se podrían evitar [Internet]. 2018. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2005/pr61/es/>
11. Marinello M. Evaluación del daño corporal en el paciente amputado. En: Alós J, director. *Amputaciones del miembro inferior en cirugía vascular. Un problema multidisciplinar*. Barcelona: Editorial Glosa, S.L; 2008.527-559.
12. Chu Y, Li X, Wang P, Xu J, Sun H, Ding M, et al. Clinical outcomes of toe amputation in patients with type 2 diabetes in Tianjin, China. *Int Wound J* [Internet]. 2016[Citado el 10 de marzo de 2018]; 13:175–181. Disponible en versión doi: 10.1111/iwj.12249
13. Widatalla A, Mahadi S, Shower M, Elsayem H, Ahmed M. Implementation of diabetic foot ulcer classification system for research purposes to predict lower extremity amputation. *Int J Diabetes Dev Ctries* [Internet]. 2009[Citado el 15 de abril de 2018];29(1):1-5. doi: 10.4103/0973-3930.50707
14. Armstrong D, Lavery L, Harkless L, Van Houtum W. Amputation and reamputation of the diabetic foot. *J Am Podiatr Med Assoc* [Internet]. 1997 [Citado el 16 de abril de 2018];87(6):255-9. doi: 10.7547/87507315-87-6-255

15. Lakstein D, Feldbrin Z, Schorr L, Lipkin A. Primary closure of elective toe amputations in the diabetic foot--is it safe? J Am Podiatr Med Assoc [Internet]. 2014[Citado el 17 de abril de 2018];104(4):383-6. doi: 10.7547/0003-0538-104.4.383
16. Izumi Y, Satterfield K, Lee S, Harkless L. Risk of reamputation in diabetic patients stratified by limb and level of amputation: a 10-year observation. Diabetes Care [Internet]. 2006[Citado el 17 de abril de 2018];29(3):566-70. Disponible en: <http://care.diabetesjournals.org/content/29/3/566.long>
17. Gurney J, Stanley J, York S, Rosenbaum D, Sarfati D. Risk of lower limb amputation in a national prevalent cohort of patients with diabetes. Diabetologia [Internet]. 2018[Citado el 19 de abril de 2018];61(3):626-635. doi: 10.1007/s00125-017-4488-8
18. Fernandez M, Lozano R, Diaz M, Jurado M, Hernandez D, Montesinos J. How effective is orthotic treatment in patients with recurrent diabetic foot ulcers? J Am Podiatr Med Assoc [Internet]. 2013 [Citado el 19 de abril de 2018];103(4):281-90. Disponible en: <https://doi.org/10.7547/1030281>
19. Singh G, Chawla S. Amputation in Diabetic Patients. Med J Armed Forces India [Internet]. 2006 [Citado el 20 de abril de 2018];62(1):36-9. doi: 10.1016/S0377-1237(06)80151-6
20. Lavery L, Lavery D, Quebedeaux-Farnham T. Increased foot pressures after great toe amputation in diabetes. Diabetes Care [Internet]. 1995 [Citado el 20 de abril de 2018];18(11):1460-2. Disponible en: <https://doi.org/10.2337/diacare.18.11.1460>
21. Kanade R, van Deursen R, Harding K, Price P. Walking performance in people with diabetic neuropathy: benefits and threats. Diabetologia [Internet]. 2006 [Citado el 20 de abril de 2018];49(8):1747-54. doi: 10.1007/s00125-006-0309-1

22. Mueller M, Zou D, Lott D. "Pressure gradient" as an indicator of plantar skin injury. *Diabetes Care* [Internet]. 2005 [Citado el 20 de abril de 2018];28(12):2908-12. Disponible en: <https://doi.org/10.2337/diacare.28.12.2908>
23. Van Schie C. A review of the biomechanics of the diabetic foot. *Int J Low Extrem Wounds* [Internet]. 2005 [Citado el 21 de abril de 2018];4(3):160-70. Disponible en versión doi: 10.1177/1534734605280587

Agradecimientos

Agradezco a mi tutora, Carolina Padròs, por el apoyo brindado y su comprensión durante todo este proceso.

Anexo I

HOJA DE INFORMACIÓN AL PACIENTE PARA SU PARTICIPACIÓN EN EL ESTUDIO:

“Estudio de la traslación de las presiones plantares en dinámica en pacientes con amputaciones digitales”.

La Diabetes Mellitus es una patología con complicaciones que pueden afectar a determinados partes del cuerpo como la vista, el riñón o los pies. En este último caso se puede producir una pérdida de la sensibilidad, falta de irrigación que conlleva ulceraciones o incluso amputaciones, en el peor de los casos.

Objetivo: la intención del estudio es determinar el cambio de las presiones plantares en pacientes con amputaciones digitales y describir las complicaciones que se generan a raíz de ello.

Procedimiento: de manera no aleatorizada usted participará en el estudio según el tipo de amputación que presente. Se le realizará un cuestionario para conocer su historial médico dando mayor importancia a la Diabetes, amputaciones, ulceraciones posteriores, entre otros. Posteriormente se efectuará una medición de las presiones plantares de ambos pies en una plataforma de presiones, valorando posiciones del pie y luxaciones.

Riegos: no existe ningún riesgo añadido.

Beneficios: no recibirá ninguna compensación económica ni de ningún otro tipo por el hecho de participar en este estudio. La información obtenida del estudio puede beneficiar en un futuro a los pacientes, disminuyendo el riesgo de ulceración y/o amputación en el pie.

Confidencialidad: los datos que se registran para el estudio son anónimos. El único documento donde aparecerá su nombre y DNI será en el Consentimiento Informado. Si usted lo desea, puede dejar el estudio voluntariamente firmando un documento de retirada del mismo.

Muchas gracias por su colaboración.

Anexo 2

HOJA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO DEL ESTUDIO:

“Estudio de la traslación de las presiones plantares en dinámica en pacientes con amputaciones digitales”.

Yo, _____ con DNI _____

DECLARO que he entendido la información oral y escrita que la alumna Sofía Marsol Álvarez me ha facilitado sobre el estudio observacional descriptivo transversal de la traslación de las presiones plantares en dinámica en pacientes con amputaciones digitales, 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 serán protegidos e incluidos en un fichero que será custodiado por el equipo investigador de acuerdo a la Ley orgánica 15/1999 de 13 de diciembre de Protección de datos de Carácter Personal.

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

“ESTUDIO DE LA TRASLACIÓN DE LAS PRESIONES PLANTARES EN DINÁMICA EN PACIENTES CON AMPUTACIONES DIGITALES”

Fecha de consentimiento: ____/____/_____

Firma del/a paciente

Firma de la estudiante

Anexo 3

HOJA DE RETIRADA CONSENTIMIENTO INFORMADO DEL ESTUDIO:

“Estudio de la traslación de las presiones plantares en dinámica en pacientes con amputaciones digitales”.

Yo, _____ con DNI _____

DECLARO la voluntad de finalizar mi participación en este estudio observacional por motivos personales.

Fecha de la retirada: __/__/_____

Firma del paciente

Firma de la alumna

Anexo 4

Carta de permiso para la realización del estudio

L'Hospitalet de Llobregat, 14 de Desembre de 2017

A l'atenció del Dr. Enrique Giralt de Veciana. Director funcional de l'Hospital Podològic de la Fundació Josep Finestres Universitat de Barcelona

EXPOSOS:

Que el treball de tfg que estic realitzant “**Estudio de la traslación de las presiones plantares en dinámica en pacientes con amputaciones digitales**”. I que té com a objectiu principal, determinar el canvi de les pressions plantars en pacients amb amputacions digitals i al mateix temps descriure les complicacions que es generen degudes a aquesta amputació. És necessari utilitzar les instal·lacions del hospital podològic.

Aquet treball està tutoritzat per la Dra. Carolina Padrós, i esta previst que es realitzi amb pacients derivats de la UFPD del Hospital de Bellvitge, tots ells portadors d'un volant del CatSalut per satisfer el cost de la visita.

SOL·LICITO:

Disposar de les consultes 9 i 10 un matí a la setmana si pot ser el divendres per realitzar les visites, i estudis biomecànics pertinents. (temps de duració de treball 4 divendres)

Firma de la alumna

Firma de la tutora

Anexo 5

Protocolo de exploración amputados digitales

Nombre del paciente y edad:

Número de paciente en el estudio:

CIP:

- Anamnesis
 - Años de evolución diabetes:
 - Complicaciones de la DM y factores de riesgo asociados: (retinopatías, nefropatía, neuropatía, dislipemia y HTA)
 - Origen de las amputaciones: (isquémico, neuropático, neuroisquémico, traumático, otros)
 - Años de las amputaciones, números de amputaciones:
 - Tipo de amputación (segmentos amputados):
 - ¿Han presentado reamputaciones? ¿Dónde?:
 - ¿Utilización de algún tipo de ortesis o soporte plantar?:
- Presencia de úlceras, localización y estado de las mismas:
- Cambios producidos desde la amputación (luxaciones, aproximaciones, supraductus, infraductus, desviaciones en valgo, varo, rotaciones, dedos en garra, reulceraciones...):
- Valorar los rangos articulares (limitaciones, luxaciones, colapsos):
- Valorar en estática y dinámica las presiones plantares sin prótesis (hiperpresiones en puntos determinados, falta de apoyo...), relacionar las consecuencias producidas debido al tipo de pie o hallazgos morfológicos y valorar zonas susceptibles a posteriores amputaciones.

Observaciones a destacar en el estudio biomecánico:

- Valorar en estática y dinámica las presiones plantares con prótesis digitales.
Observaciones a destacar:
- Estudio RX para pacientes sin prótesis
 - Comparación de RX obtenidas con radiografías actuales.

Datos radiológicos a destacar:

- Analizar mediante la primera RX si podrían haberse evitado procesos posteriores que hayan sucedido.