Impacto de las tenotomías asociadas a las osteotomías digitales incompletas para las deformidades de los dedos de los pies

TESIS DOCTORAL

Presentada por:

Eduardo Nieto García

Dirigida por:

Prof. Dr. Carlos Barrios Pitarque
Prof. Dr. Javier Ferrer Torregrosa

Valencia 2020

Dr. D. CARLOS BARRIOS PITARQUE, Profesor de Cirugía Ortopédica con Acreditación Nacional de Catedrático y Decano de la Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud de la Universidad Católica de Valencia San Vicente Mártir.

Dr. D. JAVIER FERRER TORREGROSA, Profesor Agregado de la Facultad de Fisioterapia y Podología de la Universidad Católica de Valencia San Vicente Mártir.

CERTIFICAN:

Que la presente tesis doctoral titulada "**Impacto de las tenotomías asociadas a las osteotomías digitales incompletas para las deformidades de los dedos de los pies**", ha sido realizada por D. Eduardo Nieto García, bajo nuestra dirección, en el Programa de Doctorado Título del Programa de Doctorado en Ciencias de la Salud, para la obtención del título de Doctor por la Universidad Católica de Valencia San Vicente Mártir.

Para que así conste a los efectos legales oportunos, se presenta esta tesis doctoral y se extiende la presente certificación en Valencia a 20 de Diciembre de 2019.

Fdo.: Carlos Barrios Pitarque

Fdo.: Javier Ferrer Torregrosa

“Dime y lo olvido,

Enséñame y lo recuerdo,

Involúcrame y lo aprendo.”

Benjamín Franklin (1706 -1790)

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a quienes de una manera u otra han participado en este proyecto, no solo en su realización, sino también en el apoyo que me han ofrecido durante el proceso del mismo.

Al Dr. Carlos Barrios Pitarque por su esfuerzo, dedicación y disponibilidad.

Al Dr. Javier Ferrer Torregrosa, responsable de introducirme en esta aventura y de ayudarme a salir de ella. Por su apoyo incondicional, por hacer fácil lo que parecía imposible y sobre todo por su amistad.

A Leonor y Elena por vuestra comprensión e inestimable ayuda, horas de trabajo que no tienen precio.

A Carolina por tu paciencia, comprensión y solidaridad con este proyecto, por el tiempo concedido y robado a la vida familiar. Sin tú apoyo este trabajo nunca se habría escrito y, por eso, este trabajo es también el tuyo.

A mis hijos Elena, Juan y Emma motor e ilusión de mi vida.

RESUMEN

Las Osteotomías Digitales Incompletas (ODI) son el conjunto de procedimientos realizados en las falanges de los dedos con cirugía mínimamente invasiva, cuyo objetivo es la alineación de los segmentos óseos sobre sus ejes anatómicos.

La técnica consiste en realizar una osteotomía de sustracción en forma de cuña, cuya apertura se localiza en el lado opuesto de la deformidad, dejando intacta la porción de cortical contraria a la misma.

El objetivo de este estudio es determinar si la asociación de las tenotomías a las técnicas ODI tiene un impacto significativo en los resultados clínicos, la aparición de complicaciones y el tiempo de recuperación después de la cirugía.

Método:

Se realizó una serie retrospectiva de casos probando la eficacia de las osteotomías incompletas en los dedos del pie. Se estudiaron 457 intervenciones, en las que un mismo cirujano había practicado 1340 ODI en 1041 dedos del pie, desde 2008 hasta 2014.

Del total de cirugías se seleccionaron dos cohortes de casos intervenidos por ODI con y sin realización de tenotomías. El estudio incluyó un total de 223 pacientes a los que se les practicó 723 ODI en 556 dedos del pie. En 129 casos, las ODI se realizaron sin tenotomías y en 94 el procedimiento se combinó con tenotomías extensoras y / o flexoras.

Todos los pacientes fueron valorados radiográfica y funcionalmente antes y después del proceso quirúrgico, siendo controlada su evolución a los seis y doce meses.

La edad media de los pacientes fue de 59 años, con un claro predominio de mujeres n = 243 (93,1%). Los pacientes fueron evaluados con el cuestionario AOFAS.

Resultados:

En un 57.8% de los dedos operados con osteotomías digitales incompletas no fue necesario practicar tenotomías.

La puntuación AOFAS preoperatoria media antes de la cirugía fue similar en ambos cohortes (53.5 ± 10.9 para ODI sin tenotomía frente a 53.4 ± 8.5 en casos con tenotomía asociada). Doce meses después de la cirugía, el cohorte sin tenotomías mostró una mejor recuperación según las puntuaciones de AOFAS (95.7 ± 2.8 para ODI sin tenotomía frente a 92.5 ± 6.8; p=0.001).

Los casos operados por ODI + tenotomía mostraron una alta tasa de complicaciones tales como retraso en la unión de la osteotomía (25.5% versus 8.5%, p <0.01), callo hipertrófico (24.5% versus 9.3; p <0.01), rotura de la osteotomía (12.7% versus 2.3%; p <0.01), y falta de corrección (7.5% versus 1.3%; p <0.05). El único caso de no unión se produjo en la cohorte ODI + tenotomía. Los casos operados sin tenotomía mostraron un tiempo más corto para completar la recuperación de las actividades de la vida diaria (37.4 ± 2.3 versus 43.0 ± 1.7 días; p<0.001).

Conclusión:

Las ODI proporcionan excelentes resultados clínicos en casos de deformidades digitales del pie. El rendimiento de las tenotomías asociadas a las osteotomías de la falange proporciona peores resultados clínicos, mayores tasas de complicaciones y un mayor tiempo de recuperación para la restauración funcional y biomecánica de los dedos de los pies menores.

La ODI mínimamente invasiva sola es una alternativa atractiva a las cirugías digitales abiertas para las deformidades digitales del pie.

Palabras Claves:

Deformidades digitales del pie; Osteotomías en las falanges; Tenotomías; Falanges del pie, Cirugía del pie, Cirugía Mínimamente Invasiva.

ABSTRACT / SUMMARY

Incomplete Phalanx Osteotomies (IPhO) are a set of procedures carried out in toes' phalanx with minimal invasive surgery, whose aim is the alignment of bone segments on their anatomical axes.

This technique consists on making a wedge-shaped subtraction osteotomy, whose opening is placed in the opposed side of the deformity, leaving the cortical portion opposed to it intact.

Purpose of this study aims to find out if the association of tenotomies to incomplete phalanx osteotomies (IPhO) has a significant impact on the clinical outcomes, the occurrence of complications and the recovery time after surgery.

Methods

A retrospective series of cases proving the effectiveness of the incomplete osteotomies on toes were made. 457 interventions, where a same surgeon had practiced 1340 IPhOs in 1041 toes from 2004 to 2014, were studied.

Of the total of surgeries two cohorts of cases operated by IPhOs with or without tenotomise were selected. The study included a total of 223 patients (723 IPhOs in 556 toes). In 129 cases IPhOs were performed without tenotomies and in 94 the procedure was combined with flexor and/or extensor tenotomies. Patients were assessed with the AOFAS questionnaire before surgery and at 6 and 12-month follow-up.

Results

In 57.8% of toes operated with Incomplete Phalanx Osteotomies was not necessary to perform tenotomies.

The mean preoperative AOFAS score before surgery was similar in both cohorts, but at 12-month follow-up the cohort without tenotomies showed better recovery (95.7 ± 2.8 versus 92.5 ± 6.8; $p<0.01$). Cases operated on by IPhOs + tenotomy showed a high rate of complications such us delayed union of the osteotomy ($p<0.01$), hypertrophic callus ($p<0.01$), phalangeal fracture at the osteotomy site ($p<0.01$), and lack of correction

($p<0.05$). Cases operated on without tenotomy showed a shorter time to complete recovery for daily life activities (37.4 ± 2.3 versus 43.0 ± 1.7 days; $p<0.01$).

Conclusion

The performance of associated tenotomies to incomplete phalanx osteotomies provide worse clinical outcomes, higher complications rates and longer recovery time as compared to similar forefoot surgeries without tenotomies.

IPhOs minimally invasive alone is an attractive alternative to open digital surgeries for digital foot deformities.

Key word:

Digital foot deformities; phalanx osteotomies; tenotomy; foot phalanges; forefoot; MIS.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS ..... **VII**

RESUMEN ..... **IX**

ABSTRACT / SUMMARY ..... **XI**

ÍNDICE GENERAL ..... **XIII**

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS ..... **XVII**

ÍNDICE DE FIGURAS XVII

ÍNDICE DE TABLAS XX

ABREVIATURAS ..... **XXI**

INTRODUCCIÓN **1**

1. MARCO TEÓRICO **3**

1.1. RESEÑA ANATÓMICA DIGITAL 3

1.1.1. El conjunto de músculos extrínsecos está formado por *4*

1.1.2. El conjunto de músculos intrínsecos está formado por *7*

1.2. FISIOLOGÍA DIGITAL 13

1.3. PATOMECÁNICA DIGITAL 14

1.3.1. Disfunción entre la musculatura intrínseca y extrínseca *15*

1.3.2. Acomodación de los segmentos óseos *17*

1.3.3. Posicionamiento de las articulaciones interfalángicas *19*

1.3.4. Las estructuras metatarsofalángicas y la estabilidad digital *21*

1.4. CLASIFICACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DIGITALES 22

1.4.1. Deformidades digitales que se manifiestan en dinámica o estática *23*

1.4.2. Deformidades más frecuentes en cuanto al plano *23*

1.4.3. Evolución y afectación articular *27*

1.5. CIRUGÍA MÍNIMAMENTE INVASIVA DEL PIE 28

1.5.1. Reseña histórica *28*

1.5.2. Cirugía mínimamente invasiva y alteraciones digitales del pie *30*

1.6. CARACTERÍSTICAS DE LAS ODI 37

1.6.1. Mínimos portales de acceso *37*

1.6.2. Bloqueos anestésico selectivos *37*

1.6.3. Ejecución de los procedimientos sin isquemia *38*

1.6.4. Osteotomías sin material de osteosíntesis *38*

1.7. FUNDAMENTOS DE LA FIJACIÓN DE LAS ODI 40

1.7.1. Fijación extrínseca *40*

1.7.2. Fijación intrínseca *40*

1.7.3. Fijación externa *41*

1.8. DISEÑO Y REPRODUCTIBILIDAD DE LAS ODI....42
1.9. LOCALIZACIÓN DE LAS ODI....43
1.9.1. En la falange proximal....*44*
1.9.2. En la falange media....*44*

2. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO....47

3. HIPÓTESIS DEL ESTUDIO....49

4. OBJETIVOS DEL ESTUDIO....51

4.1. OBJETIVO PRINCIPAL....51
4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS....51

5. MATERIAL Y MÉTODO....53

5.1. DISEÑO DEL ESTUDIO....53
5.2 CRITERIOS DE INCLUSIÓN....53
5.3 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN....54
5.4 POBLACIÓN DE ESTUDIO....54
5.4.1 Tamaño de la muestra....*54*
5.5 PROCEDIMIENTOS DIAGNÓSTICOS....55
5.5.1. Valoración. Información y propuesta quirúrgica....*55*
5.5.2. Preoperatorio....*56*
5.5.3. Estudio radiológico....*58*
5.5.4. Exploración vascular de miembros inferiores....*58*
5.5.5. Valoración de las pruebas analíticas y de coagulación....*59*
5.5.6. Estudio biomecánico....*59*
5.5.7. Consentimiento informado....*60*
5.5.8. Escala AOFAS....*60*
5.5.9. Procedimiento quirúrgico....*60*
5.5.10. Postquirúrgico....*62*
5.5.11. Revisiones posteriores. 6 meses. 1 año....*64*
5.5.12. Complicaciones....*64*
5.6. TÉCNICA QUIRÚRGICA....65
5.6.1. Técnica quirúrgica de las osteotomías digitales incompletas....*65*
5.6.2. Instrumental para las técnicas ODI....*72*
5.6.3. Técnica de ejecución de las ODI....*74*
5.6.4. Vendajes....*81*
5.7 RESUMEN DE LAS VARIABLES DEL ESTUDIO....85
5.7.1. Variables sociodemográficas:....*86*
5.7.2. Variables cualitativas:....*86*
5.7.3. Variables cuantitativas:....*87*
5.8. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS....88

5.9. ASPECTOS ÉTICOS. 88

6. RESULTADOS 89

6.1. ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LA EDAD DE LOS PACIENTES OPERADOS 89
6.2. ANÁLISIS DESCRIPTIVO DEL PIE 90
6.3. ANÁLISIS DESCRIPTIVO DEL SEXO 90
6.4. ANÁLISIS DESCRIPTIVO ENFERMEDAD DE BASE 91
6.5. ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LA FÓRMULA DIGITAL 91
6.6. ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LOS DEDOS OPERADOS 92
6.6.1. Análisis de los dedos operados de 1º a 5º 92
6.6.2. Análisis descriptivo de la distribución de dedos operados de 1º a 5º 93
6.6.3. Análisis de los dedos operados de 2º a 5º 94
6.6.4. Análisis descriptivo del segundo dedo operado según el tipo de técnica realizada 95
6.6.5. Análisis descriptivo del tercer dedo operado según el tipo de técnica realizada 96
6.6.6. Análisis descriptivo del cuarto dedo operado según el tipo de técnica realizada 97
6.6.7. Análisis descriptivo del quinto dedo operado según el tipo de técnica realizada 98
6.7. ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LA FRECUENCIA DEL NÚMERO DE DEDOS OPERADOS SIMULTÁNEAMENTE POR PACIENTE 98
6.8. ANÁLISIS DESCRIPTIVO POR GRUPOS, SEGÚN LA CIRUGÍA REALIZADA 100
6.8.1. Descripción de la muestra de las cohortes 1 y 2 102
6.8.2. Frecuencia de dedos operados en las cohortes 1 y 2 104
6.8.3. Frecuencia del número de ODI por pie en las cohortes 1 y 2 105
6.8.4. Resultados de la escala AOFAS en ambas cohortes 107
6.8.5. Comparación por parejas del número de dedos operados de 2º a 5º con respecto a la escala AOFAS a los 12 meses 108
6.8.6. Complicaciones de los procedimientos quirúrgicos en ambas cohortes 110
6.8.7. Análisis descriptivo tomando como referencia los días de alta 113
6.9 ESTADÍSTICA MULTIVARIANTE 115

7. DISCUSIÓN 119

8. CONCLUSIONES 129

9. BIBLIOGRAFÍA 131

10. ANEXOS 147

10.1. ANEXO 1: CUESTIONARIO DE SALUD 147
10.2. ANEXO 2: HISTORIA QUIRÚRGICA 148
10.3. ANEXO 3: DOPPLER 149
10.4. ANEXO 4: CONSENTIMIENTO INFORMADO 151
10.5. ANEXO 5: ESCALA AOFAS 153
10.6. ANEXO 6: HOJA DE MEDICACIÓN 154
10.7. ANEXO 7: INFORMES 155

10.8. ANEXO 8: HOJA QUIRÚRGICA 158
10.9. ANEXO 9: COMITÉ ÉTICO 159
10.10. ANEXO 10: ARTÍCULO PUBLICADO 160

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Falange proximal, media, distal y articulación metatarso falángica..... 4
Figura 2. Extensor largo de los dedos y extensor corto de los dedos 5
Figura 3. Inserción músculo extensor 6
Figura 4. Flexor largo de los dedos y flexor corto de los dedos. 6
Figura 5. 1.- Tendones extensores largos y cortos de los dedos. 2.- Músculos interóseos dorsales. 7
Figura 6. Músculos lumbricales 9
Figura 7. 1. Músculos cuadrado plantar 2. Flexor largo. 3 Flexor corto..... 9
Figura 8. Arterias y nervios digitales 10
Figura 9. Arco venoso dorsal 11
Figura 10. Vena safena mayor (1)..... 11
Figura 11. Vena safena menor (2)..... 12
Figura 12. Dismetría cortical 18
Figura 13. Visión lateral artrodesis articulación interfalángica proximal..... 20
Figura 14. Visión lateral luxación articulación interfalángica proximal 21
Figura 15. Luxación articulación metatarsofalángica 22
Figura 16. Deformidad digital en estática 23
Figura 17. Deformidad en garra 23
Figura 18. Deformidad en martillo 24
Figura 19. Deformidad en mazo 24
Figura 20. Dedo en rotación..... 25
Figura 21. Clinodactilia 25
Figura 22. Dedo supraductus 26
Figura 23. Dedo infraductus 26
Figura 24. Dedos en ráfaga 26
Figura 25. Desestructuración digital 27
Figura 26. 1-2. Luxación articulación interfalángica distal. 3-4 Articulación artrodesada..... 31

Figura 27. 1-2 Preoperatorio. 3-4-5 Artroplastia Stoe 32
Figura 28. Osteotomías completas 34
Figura 29. Técnicas combinadas 1.- Osteotomía digital incompleta falange proximal. 2.- Artroplastia STOE 35
Figura 30. Osteotomías Incompletas. 1.- Abierta 2.- Cerrada 36
Figura 31. Localización osteotomía digital incompleta de la falange proximal 44
Figura 32. Localización osteotomía digital incompleta de la falange media 45
Figura 33. Vía de acceso exostectomía dorsal 65
Figura 34. Vía de acceso de la exostectomía dorsal 66
Figura 35. Vía de acceso osteotomía digital incompleta de la falange proximal 67
Figura 36. Vía de acceso osteotomía digital incompleta de la falange proximal 67
Figura 37. Vía de acceso osteotomía digital incompleta de la falange media 68
Figura 38. Vía de acceso osteotomía digital incompleta de la falange media 68
Figura 39. Tendones extensores largos y cortos de los dedos 69
Figura 40. A la izquierda, vía de acceso distal 70
Figura 41. A la derecha, tenotomía distal 70
Figura 42. A la izquierda, vía de acceso proximal 70
Figura 43. A la derecha, tenotomía proximal 70
Figura 44. Vía de acceso tenotomía flexora 71
Figura 45. Vía de acceso tenotomía flexora 71
Figura 46. Mango de bisturí. Hoja Beaver 64 MIS 72
Figura 47. Micromotor y pieza de mano 73
Figura 48. Fresas larga, media, mini 73
Figura 49. Fluoroscopio 74
Figura 50. Primer gesto osteotomía digital incompleta falange proximal 75
Figura 51. Segundo gesto osteotomía digital incompleta falange proximal 76
Figura 52. Gestos quirúrgicos osteotomía digital incompleta falange proximal 78
Figura 53. Osteotomía digital incompleta falange media 79
Figura 54. Efecto primera tira 82
Figura 55. Colocación dorsal primera tira 82
Figura 56. Colocación plantar primera tira 82
Figura 57. A la izquierda, efecto segunda tira 82

Figura 58. A la derecha, colocación segunda tira 82
Figura 59. A la izquierda, colocación segunda tira..... 83
Figura 60. A la derecha, colocación segunda tira 83
Figura 61. Efecto tercera tira..... 83
Figura 62. Colocación tercera tira..... 84
Figura 63. Colocación tercera tira..... 84
Figura 64. Frecuencia de edad de los pacientes..... 89
Figura 65. Pie intervenido..... 90
Figura 66. Porcentaje del sexo de los pacientes..... 90
Figura 67. Enfermedades base que tienen los pacientes 91
Figura 68. Fórmula digital 91
Figura 69. Dedos operados de 1º a 5º 92
Figura 70. Dedos operados 93
Figura 71. Clasificación del 2º dedo operado según el tipo de técnica realizada 95
Figura 72. Clasificación del 3º dedo operado según el tipo de técnica realizada 96
Figura 73. Clasificación del 4º dedo operado según el tipo de técnica realizada 97
Figura 74. Clasificación del 5º dedo operado según el tipo de técnica realizada 98
Figura 75. Frecuencia dedos operados simultáneamente por paciente 99
Figura 76. Cirugías según grupos 101
Figura 77. Frecuencia de dedos operados en ambas cohortes..... 105
Figura 78. AOFAS de las dos cohortes durante los diferentes períodos de seguimiento 108
Figura 79. Comparación escala AOFAS a los 12 meses..... 109
Figura 80. Puntuaciones AOFAS de las dos cohortes a los 12 meses de seguimiento según la cantidad de dedos operados..... 109
Figura 81. Riesgo de complicaciones por paciente en relación con el número de dedos operados..... 111
Figura 82. Callos hipertróficos en relación con el número de dedos operados 112
Figura 83. Desplazamientos fragmentos en relación con el número de dedos operados. 112
Figura 84. Retraso de consolidación en relación con el número de dedos operados. 113
Figura 85. Diagrama de cajas de los días de alta-grupo tipo de cirugía realizada..... 113

Figura 86. Gráfico de la ecuación de riesgo para edad y tipo de cirugía 116
Figura 87. Gráfica de áreas del umbral pronóstico 117
Figura 88. Curva ROC 118

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Análisis de los dedos operados de 1º a 5º 92
Tabla 2. Frecuencia de dedos operados 93
Tabla 3. Cirugías de 2º a 5º según las técnicas realizadas 94
Tabla 4. Frecuencias dedos operados simultáneamente por paciente 99
Tabla 5. Grupos según tipo de cirugía realizada 100
Tabla 6. Características demográficas y clínico patológicas de los pacientes de ambos cohortes 103
Tabla 7. Tabla de contingencia frecuencia de dedos operados en ambos cohortes 104
Tabla 8. Tabla de contingencia de la frecuencia del nº de Osteotomías Digitales Incompletas en ambos cohortes 106
Tabla 9. Estadísticos descriptivos Escala AOFAS Cohorte solo Osteotomías Digitales Incompletas 107
Tabla 10. Estadísticos descriptivos Escala AOFAS Cohorte Osteotomías Digitales Incompletas con tenotomías 107
Tabla 11. Comparación por parejas de nº de dedos operados con respecto a la escala AOFAS a los 12 meses 108
Tabla 12. Complicaciones de los procedimientos quirúrgicos en ambas cohortes... 110
Tabla 13. Resultados del modelo multivariante……... 115
Tabla 14. Sensibilidad valor predictivo positivo y negativo del modelo de regresión.....……..……. 116

ABREVIATURAS

ODI	Osteotomía Digital Incompleta
AOFAS	American Orthopaedic Foot & Ankle Society
IPhO	Incomplete phalanx osteotomies
CMI	Cirugía Mínimamente Invasiva
FP	Falange proximal
FM	Falange media
FD	Falange distal
AIF	Articulaciones Interfalángicas
AMTF	Articulaciones metatarso falángicas
ELD	Músculo Extensor Largo de los Dedos
ECD	Músculo Extensor Corto de los Dedos
FLD	Músculo Flexor Largo de los Dedos
FCD	Músculo Flexor Corto de los Dedos
MI	Músculos Interóseos
MID	Músculos Interóseos dorsales
MIP	Músculos Interóseos plantares
ML	Músculos Lumbricales
CP	Músculo Cuadrado Plantar
MIS	Minimal Incisión Surgery
D	Dorsal
P	Plantar
INR	Índice nacional racionalizado
APTT	Tiempo de tromboplastina parcial activada
HAV	Hallux Abductus Valgus
EFORT	European Federation of National Associations of Orthopaedics and Traumatology

INTRODUCCIÓN

La cirugía mínimamente invasiva (CMI) del pie es definida como el conjunto de gestos quirúrgicos que a través de pequeñas incisiones permiten realizar correcciones en las estructuras óseas y de partes blandas implicadas en las diferentes alteraciones del pie, consiguiendo la recuperación de la deformidad, el restablecimiento funcional y biomecánico (1).

La CMI ha experimentado en las últimas décadas un progreso espectacular gracias a la aparición de nuevos gestos quirúrgicos y osteotomías que nos permiten la posibilidad de poder solucionar la mayoría de las patologías podológicas (2).

Esta evolución de la CMI también se ha producido en la corrección quirúrgica de las alteraciones digitales, con la incorporación de nuevos procedimientos como son las osteotomías completas e incompletas, que paulatinamente han ido sustituyendo a las técnicas tradicionales, al obtener unos resultados óptimos, disminuyendo el número de complicaciones, una rápida recuperación y un postoperatorio menos doloroso.

Las alteraciones en la posición de los dedos generan un proceso de acomodación de sus elementos anatómicos provocando un cambio en su estructura y en su funcionamiento, cuando ésta se mantiene en el tiempo. En nuestra práctica quirúrgica cuando los tratamientos conservadores han fracasado, se utilizan las Técnicas ODI como principal herramienta de corrección de las patologías digitales, debido a las ventajas que aportan.

Aunque el mayor inconveniente para la obtención de unos adecuados resultados es la dificultad de ejecución de estas técnicas que requiere un mayor entrenamiento y curva de aprendizaje tanto teórica como práctica.

El presente estudio aborda por primera vez la eficacia clínica de las técnicas ODI. Pretende por un lado comprobar si se consiguen las correcciones digitales teniendo que ejecutar menos tenotomías y por otro lado valorar si disminuyen las complicaciones, los tiempos de recuperación, a la vez que se logra una adecuada satisfacción del paciente.

En este trabajo se desarrollan todos los detalles relativos a estas osteotomías, su diseño, su ejecución, su aplicación, el análisis de su comportamiento y eficacia a través de un estudio retrospectivo de 457 intervenciones.

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Reseña anatómica digital

El correcto conocimiento de la anatomía debe ser una de las bases fundamentales en las que se va a sustentar gran parte del éxito de los tratamientos de las deformidades digitales (3) y en especial cuando se realizan correcciones quirúrgicas con técnicas mínimamente invasivas. La no visualización del campo operatorio, obliga no sólo a conocer la anatomía del pie, sino a saber interpretar la adaptación que sufren ante una deformidad e identificarlas.

Por estos motivos se comienza haciendo un repaso de las estructuras anatómicas, su comportamiento y su implicación en la patología digital.

Los dedos del pie son multiarticulares y están formados por tres falanges, la proximal (FP), la media (FM) y la distal (FD), a excepción del 1º dedo que está conformado por dos. Su tamaño va disminuyendo de proximal a distal y del primer dedo al quinto, siendo relativamente frecuente la fusión de las FM y FD en este último (4,5).

Las articulaciones interfalángicas (AIF) están formadas proximalmente por las epífisis de unas falanges y distalmente por las pequeñas cavidades glenoideas y un fibrocartílago, ambas superficies están unidas por una delgada cápsula articular que se inserta en los límites de los cartílagos articulares y estabilizadas por dos ligamentos laterales a cada lado (5,6). Los ligamentos colaterales distales se originan en la zona lateral y medial de la cabeza de la FM y se expanden hasta insertarse en la zona lateral y medial de la base de la FD.

Las AIF son de tipo troclear, gínglimo o bisagra (7), lo que les permiten movimientos respecto a un eje transversal, en flexión plantar y flexión dorsal.

Su rango de movilidad, partiendo de una posición neutra o extensión completa, es de 90º de flexión para las AIF proximales y de 45º para las distales. Aunque de manera muy limitada también pueden ser sometidas a movimientos pasivos de lateralidad (4,8).

La combinación de las falanges entre sí da lugar a los dedos, articulándose la base de la FP con la cabeza del metatarsiano correspondiente, formando las articulaciones

metatarso falángicas (AMTF), de gran importancia dentro de la fisiología digital, dado que éstas representan un papel fundamental en su estabilidad (9) (Figura 1).

Figura 1. Falange proximal, media, distal y articulación metatarso falángica.
Fuente: E. Nieto Podólogos

Estas articulaciones también son trocleartrosis, permitiendo movimientos en el plano sagital de flexo extensión y en el plano transverso una ligera movilidad en abducción y adducción. Las AMTF, de segundo a quinto, están rodeadas por una cápsula articular reforzada por un plato glenoideo en su cara plantar, por los ligamentos colaterales en su parte lateral y por la aponeurosis extensora (10,11). Siendo estas estructuras las responsables de aportar la estabilidad estática a este complejo (12).

La función de estabilización dinámica del conjunto digital le corresponde a los grupos musculares extrínsecos (aquellos que se originan fuera del pie pero se insertan en él) y músculos intrínsecos (los que tienen su origen e inserción en el propio pie) (13).

1.1.1. El conjunto de músculos extrínsecos, están formados por (14,15):

1.1.1.1. Músculo extensor largo de los dedos (ELD) (Figura 2)

Se origina en la extremidad proximal de la tibia, borde anterior del peroné, membrana interósea, en el tabique intermuscular anterior de la pierna y en la fascia crural. El vientre muscular emite un tendón que pasa por debajo del retináculo extensor

dividiéndose a partir de aquí en cuatro tendones separados, a los cuales se unirán los tendones del músculo extensor común (ECD), para alcanzar a los dedos.

La acción del ELD será la extensión de las AMTF, la ayuda en la extensión de las AIF del segundo al quinto dedo y sinergista en flexión dorsal de tobillo y eversión del pie.

Figura 2. Extensor largo de los dedos y extensor corto de los dedos

Fuente: Estructuras anatómicas implicadas en cirugía MIS. E. Nieto; A Rodríguez

1.1.1.2. Músculo extensor corto de los dedos (ECD) o músculo pedio

Este músculo (Figura 2) se origina en la porción distal de la superficie superior y externa del calcáneo, en el ligamento astragalocalcáneo lateral y en el vértice del retináculo extensor.

A nivel de las articulaciones AMTF, el músculo ECD emite los tendones destinados al segundo, tercer y cuarto dedos que a su vez se unen a la cara lateral de los tendones del músculo ELD, formando una estructura fibrosa en la cara dorsal de los dedos (en esta expansión fibrosa dorsal, también participan los tendones de los músculos lumbricales e interóseos). A partir de esta localización se dividen en tres bandas, una central que se va a insertar en la base de la FM y dos laterales que alcanzan la cara dorsal de la FM para posteriormente insertarse en la base de la FD (Figura 3).

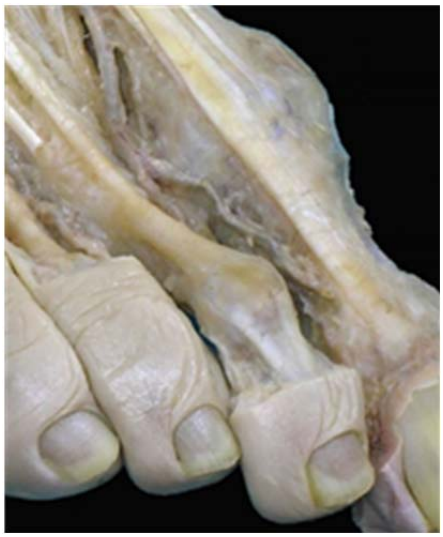


Figura 3. Inserción músculo extensor

Fuente: Estructuras anatómicas implicadas en cirugía MIS. E. Nieto; A Rodríguez

La acción del ECD será la extensión de las AMTF del primer al cuarto dedo. Teniendo una acción sinérgica en la extensión de las AIF del segundo al cuarto dedo.

1.1.1.3. Músculo flexor largo de los dedos (FLD)

El FLD (Figura 4) se origina en la parte medial de la cara posterior de la tibia, inferior a la línea del sóleo, su vientre muscular genera un tendón que pasa por debajo del retináculo flexor en la cara medial del pie; a partir de esta localización se divide en cuatro cintas tendinosas que van por el segundo plano de la musculatura plantar del pie hasta alcanzar la FD de los dedos.

Figura 4. Flexor largo de los dedos y flexor corto de los dedos.

Fuente: Cirugía mínimamente invasiva del pie. E .Nieto y Colbs.

La acción del FLD será la de flexión de las AIF proximal y distal, AMTF del segundo al quinto dedo y a su vez interviniendo en la flexión plantar e inversión del pie.

1.1.1.4. Músculo flexor corto de los dedos (FCD)

El FCD (Figura 4) se origina en la apófisis interna de la tuberosidad del calcáneo, en la porción central de la aponeurosis plantar y en el tabique intermuscular adyacente, dividiéndose en cuatro tendones hasta alcanzar la base de la FP, cada tendón del músculo FCD emite dos cintas que se separan insertándose en la FM, este ojal tendinoso lo atraviesa el tendón del musculo FLD para alcanzar la FD.

Su acción consiste en la flexión de las AIF proximales y participa en la flexión de las AMTF del segundo al quinto dedo.

1.1.2. El conjunto de músculos intrínsecos está formado por (14):

1.1.2.1. Músculos interóseos (MI)

Se colocan en los espacios metatarsales, insertándose distalmente en la base de la FP. Cuatro músculos interóseos se sitúan en la parte dorsal y tres en la plantar.

a. Interóseos dorsales (MID) (Figura 5)

Son cuatro y se originan en las bases de los dos metatarsianos que limitan el espacio interóseo, quedando éste totalmente ocupado por el músculo correspondiente.

Figura 5. 1.- Tendones extensores largos y cortos de los dedos. 2.- Músculos interóseos dorsales.
Fuente: Dr. Alfonso Rodríguez. Catedrático Anatomía UAB

Distalmente, el primer y segundo MID acaba a cada lado de la extremidad proximal de la FP del segundo dedo.

El tercero y el cuarto MID se insertan en la parte externa de la FP del tercer y cuarto dedo.

Su acción es abductora del segundo al cuarto dedo, ayuda a la flexión de las AMTF y puede contribuir en la extensión de AIF del segundo al cuarto dedo.

b. Interóseos plantares (MIP)

Son tres y se originan en la base y el lado medial del tercer, cuarto y quinto metatarsiano, ocupando la mitad externa del espacio intermetatarsal correspondiente. Se insertan proximalmente en el metatarsiano más alejados del eje del pie, y distalmente, su tendón acaba en las bases de las FP del tercer a quinto dedo.

Su acción es ayudar en la extensión de las AMTF de los tres dedos laterales y la abducción del tercero al quinto dedo.

1.1.2.2. Músculo flexor digital corto del quinto

Este músculo proviene de la cara plantar lateral de la epífisis del quinto metatarsiano y se inserta lateralmente en el quinto dedo y su función es común a los MIP, considerándose como el cuarto interóseo plantar.

1.1.2.3. Músculos lumbricales

Los músculos lumbricales (ML) (Figura 6) son cuatro de origen tendinoso que nacen en la parte medial de cada tendón del FLD; se insertan medialmente en la base de la FP y en la porción oblicua del aparato extensor.

Su acción es la flexión de las AMTF. Ayuda en la extensión de las AIF del segundo al quinto dedo.

Figura 6. Músculos lumbricales
Fuente: Dr. Alfonso Rodríguez. Catedrático Anatomía UAB

1.1.2.4. Músculo cuadrado plantar

Al músculo cuadrado plantar (CP) se le denomina también músculo accesorio del FLD o músculo cuadrado carnoso de Silvio.

El CP (Figura 7) Se origina en la cara medial y borde lateral de la cara plantar del calcáneo y está compuesto por dos vientres musculares, se inserta en el borde externo del tendón del FLD.

Su función es corregir la acción oblicua de los tendones FLD, para que éstos puedan realizar una flexión pura.

Figura 7. 1. Músculos cuadrado plantar 2. Flexor largo. 3 Flexor corto
Fuente: Estructuras anatómicas implicadas en cirugía MIS. E. Nieto; A. Rodríguez

La irrigación de la cara dorsal del pie depende de la arteria arqueada, que cruza transversalmente la base de los metatarsianos, a este nivel se divide en las arterias metatarsianas dorsales para el segundo, tercer y cuarto espacios anastomosándose con las arterias metatarsianas plantares mediante las ramas perforantes proximales y distales, uniéndose al arco plantar. De esta anastomosis del arco plantar profundo con la rama superficial de la arteria medial y las metatarsianas dorsales parten las arterias metatarsianas plantares y las arterias digitales (Figura 8) que alcanzan lateralmente los dedos (16).

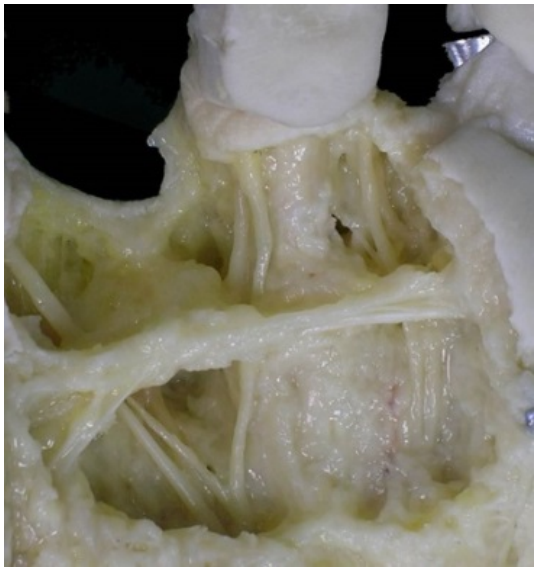


Figura 8. Arterias y nervios digitales

Fuente: Estructuras anatómicas implicadas en cirugía MIS. E. Nieto; A Rodríguez

El sistema venoso del pie está constituido por una red venosa profunda, que se sitúa paralela a la red arterial y una red venosa superficial.

El arco venoso dorsal (Figura 9) se encuentra en el plano subcutáneo debajo de la fascia superficial, recoge a las venas digitales que provienen de ambos lados de cada uno de los dedos.

Figura 9. Arco venoso dorsal

Fuente: Estructuras anatómicas implicadas en cirugía MIS. E. Nieto; A Rodríguez

Las venas de la región plantar y de los dedos del pie se unen en un entramado de anastomosis formando la red venosa plantar.

Las venas digitales plantares se unen a las venas plantares profundas y éstas a la vena perforante metatarsal para alcanzar el arco venoso dorsal. La intercomunicación de ambos arcos se produce a ambos lados de las cabezas metatarsales donde recibe a su vez a las venas intercapitales.

Figura 10. Vena safena mayor (1)

Fuente: Anestesia del pie. Puntos diana. E. Nieto; A Rodríguez

Estos dos sistemas recogen la totalidad de la sangre venosa del pie (17) y continúan por las venas marginales interna y externa para convertirse en las venas safena mayor (Figura 10) y menor (Figura 11) (18).

Figura 11. Vena safena menor (2)

Fuente: Anestesia del pie. Puntos diana. E. Nieto; A Rodríguez

En cuanto a la inervación, los nervios digitales dorsales, que provienen de las ramas cutáneo dorsal e intermedia del nervio peroneo superficial y que discurren paralelos al entramado venoso, son los encargados de recibir la sensibilidad desde la cara medial del quinto dedo hasta la cara lateral del segundo dedo, correspondiendo a las ramas del peroneo profundo la del espacio interdigital del primer y segundo dedo. Siendo las ramas del nervio sural las encargadas de recibir la sensibilidad del quinto dedo.

La inervación de la zona plantar del segundo, tercero y de la parte medial del cuarto dedo le corresponde al nervio plantar medial. La parte lateral del cuarto y la medial del quinto están inervadas por la rama superficial del nervio plantar lateral y por el nervio cutáneo dorsal intermedio, rama del nervio peroneo superficial. Le corresponde al nervio dorsal lateral la zona lateral del quinto proveniente del nervio sural (19).

1.2. Fisiología digital

El movimiento del complejo dígito metatarsal depende de la acción generada por los grupos musculares extrínsecos e intrínsecos (20). El ELD ayuda a la dorsiflexión de los dedos en la fase de balanceo y en el contacto del talón en la deambulación. Su función es la de estabilizar las falanges proximales contra las cabezas metatarsales para que el pie se levante y se pueda realizar la dorsiflexión de las AMTF.

Según Sarrafian y Topouzian (21) la fuerza extensora que provocan el ELD y ELC se produce principalmente en la expansión fibrosa extensora, generando una acción de flexión dorsal muy potente sobre la AMTF y realizando menor fuerza en las articulaciones IFD e IFP. Por tanto, el ELD realizará extensión de las AIF cuando la FP se encuentra en flexión plantar.

La intervención de los lumbricales sobre la AMTF limitará la excesiva flexión dorsal creada por los extensores en la fase de balanceo y neutraliza el componente abductor del ECD y la flexión plantar de las articulaciones IFD.

Generada la flexión dorsal sobre la AIF, los tendones del FLD y del FCD serán sometidos a estiramiento que, de forma pasiva, crearán una fuerza plantar flexora sobre las AIF proximal y dorsal. Produciéndose esta acción de plantarflexión a nivel de la AMTF cuando los dedos están en descarga.

En la fase de apoyo, debido a las fuerzas de resistencia del suelo, la acción del FLD y del FCD impiden la plantarflexión de las AIF, al estar sometidas a carga, creándose una fuerza retrógrada que se traslada proximalmente a la AMTF, haciendo que ésta se dorsiflexione. El músculo cuadrado plantar se activa para neutralizar la dirección medial del FLD manteniéndolo en una correcta posición durante la fase propulsiva a la vez que los MI estabilizan los dedos en el plano transverso (22).

Los dedos del pie, por su estructura y función, tienen una relación y un cometido muy importante en lo que refiere a la estática y la dinámica del antepié. Cada elemento que lo compone tiene su misión, las falanges actúan como un brazo de palanca que transforma la contracción del músculo en una fuerza útil, la tracción y la potencia que produce su musculatura determinan el movimiento y el eje de palanca lo ejercen las articulaciones.

La fisiología digital adecuada va a depender de la correcta interrelación y funcionalidad de estos tres elementos, que son capaces de adaptarse a los requerimientos necesarios durante la bipedestación y las diferentes fases de la marcha.

Cuando alguno de los elementos de tracción ejerce una mayor tensión, su antagonista se va a encargar de corregir el exceso de solicitación demandada, intentando llevarlo a la normalidad y mantener el equilibrio digital.

Pero cuando se produce la pérdida del equilibrio armónico entre agonistas y antagonistas nos encontramos ante el principio de una posible patología digital, la cual conlleva una desestructuración fisiológica muscular, ósea y articular.

1.3. Patomecánica digital

La posición correcta de los dedos, tanto en la marcha como en reposo, dependerá de las estructuras óseas, del equilibrio de los estabilizadores pasivos (aponeurosis, placa plantar, cápsula articular y ligamentos colaterales), de los estabilizadores activos (músculos intrínsecos y extrínsecos del pie) y del correcto funcionamiento de las AMTF y AIF.

La patología digital tiene carácter multifactorial, de origen congénito o adquirido, pudiéndose clasificar estas últimas en tres grandes grupos.

Un primer grupo incluiría las enfermedades inflamatorias y metabólicas que afectan la actividad normal de los dedos del pie, como la artrosis, artritis, gota y otras enfermedades sistémicas.

En un segundo grupo se encuadrarían las desalineaciones digitales que cursan asociadas a patologías diferidas, cuyo origen depende de otras zonas del pie, como son las pronaciones anormales que se producen en un antepié valgo rígido o varo, supinaciones, plantarflexiones de los metatarsianos y todas aquellas disfunciones biomecánicas estáticas o dinámicas que obligarán a los dedos a adoptar posturas compensatorias.

Y un tercer grupo que englobaría todos los procesos mecánicos, como los microtraumatismos repetitivos y la adaptación a calzados inadecuados, que obligan a los dedos de los pies a adoptar posiciones incorrectas, contribuyendo alterar el equilibrio musculo ligamentoso.

La presencia e implicación de uno o varios de estos factores y su permanencia en el tiempo van a determinar los procesos y la evolución de la deformidad digital, provocando los diferentes estadios patológicos (23).

El inicio de las alteraciones digitales más importante y común a todas las causas etiológicas adquiridas es la disfunción entre los grupos musculares agonistas y antagonistas causantes del disbalance muscular (24).

La consecuencia de estos cambios en la distribución de los vectores de fuerza sobre las superficies óseas, va a hacer que éstos tengan que adaptarse a la nueva situación funcional, acomodándose las superficies de las AIF y AMTF.

A continuación se detallan estos cuatro procesos patomecánicos implicados en la deformidad digital.

1.3.1. Disfunción entre la musculatura intrínseca y extrínseca

En una primera fase, cualquier agente causal asociado a patologías diferidas que provoque una desalineación digital va a desencadenar interferencias en el equilibrio muscular, generando un disbalance entre la musculatura extrínseca e intrínseca.

Existen tres modelos que justifican estos reajustes, cambios y readaptación que son provocados por patologías diferidas (25-29).

1.3.1.1. Modelo de estabilización de los flexores

Se produce cuando existe una ventaja mecánica del FLD y/o el FCD sobre los MI en el periodo de apoyo medio de la marcha. Siendo los MI incapaces de estabilizar el dedo. A su vez, las fuerzas reactivas del suelo sobre la cabeza metatarsal aumentan la tensión de la fascia plantar insertada en la FP de los dedos a través de su anclaje en el plato glenoideo.

El aumento de tensión fascial crea un momento plantarflexor en la AMTF aumentando la fuerza de prensión digital. Suele asociarse a pies planos o anormalmente pronados, siendo el modelo más habitual de los tres.

1.3.1.2. Modelo de sustitución flexora

Se produce cuando existe una disfunción o debilidad del tríceps sural (TS), generalmente asociado a pies cavos y supinados.

En el inicio de la fase de propulsión de la marcha el FLD se contraerá fuertemente intentando levantar el talón y suplir así la función del tríceps sural debilitado, siendo el periodo de apoyo medio más largo de lo habitual.

Esta acción genera una ventaja mecánica sobre los interóseos y lumbricales provocando la deformidad digital en garra o en mazo, más evidente en la fase de propulsión, acompañándose de una supinación subastragalina. Es el modelo menos frecuente de los tres.

1.3.1.2. Modelo de sustitución extensora

El músculo ELD gana ventaja mecánica sobre los ML y los MI en la fase de balanceo de la marcha, al producirse una anormal flexión dorsal de la AMTF.

Pasivamente, los tendones de los músculos FLD y FCD realizarán la flexión plantar de las AIF. Al aumentar la pronación subtalar, se produce una marcada abducción del antepié.

Como consecuencia el CP realiza únicamente fuerza en dirección proximal al perder su vector lateral, siendo incapaz de corregir la oblicuidad medial del tendón FCD.

En este modelo la deformidad aumenta en carga y disminuye en descarga, siendo más evidente la garra digital en la fase de balanceo.

La sustitución extensora suele estar asociada a pies cavos, alteraciones neurológicas, neuropatías periféricas, espasticidad del ELD, equino del antepié, metatarsalgias y denervación de lumbricales e interóseos.

El mecanismo de las alteraciones digitales cuyo origen son agentes etiológicos asociados a causas externas, como el calzado inadecuado o microtraumatismos repetitivos, obligan a los dedos a adoptar una posición defectuosa, manteniendo en el tiempo la posición incorrecta de las falanges y provocando la pérdida de armonía en el equilibrio musculotendinoso.

Esta situación produce una permanente relajación de unos grupos musculares y una tracción continua de sus antagonistas, que se van a adaptar provocando su acortamiento y contribuyendo a fijar la deformación.

1.3.2. Acomodación de los segmentos óseos

Se ha descrito anteriormente que las falanges actúan como un brazo de palanca que transforma la contracción del músculo en una fuerza útil. La tracción y la potencia que produce la musculatura determinarán el movimiento y el eje de palanca lo ejercerán las articulaciones.

Todos los cambios de acomodación de las falanges debido a la nueva distribución de presiones sobre las superficies óseas, crearán nuevas fuerzas de tracción y distracción sobre el hueso, teniendo éste que adaptar su estructura y capacidad de resistencia a las exigencias mecánicas (30).

A este proceso adaptativo de modificación se le denomina remodelación ósea, produciendo cambios internos en las propiedades microestructurales del hueso y cambios externos en su geometría exterior.

Esta capacidad del tejido óseo se conoce hace más de un siglo, siendo Wolf en 1892 (31,32), quien a través de varios postulados define la relación entre la estructura ósea y el estado de cargas, afirmando que: "…cuando el tejido óseo es sometido a presiones defectuosas continuas, se va a producir un aumento de la cantidad de hueso depositado en las zonas de exceso de trabajo y una reabsorción en las zonas ausentes de estrés…" (33).

Posteriormente Frost, señaló la relación existente entre la estructura de los huesos y las tensiones mecánicas. Esta teoría proponía la existencia de un mecanismo de regulación en el que intervenía la formación y la reabsorción en respuesta a las variaciones de carga mecánica aplicadas al hueso, siendo los osteoblastos y osteoclastos las células responsables de esta remodelación (30,34).

Este remodelado óseo consiste en la reabsorción de una cantidad determinada de hueso llevada a cabo por los osteoclastos, así como la formación de la matriz osteoide por los osteoblastos y su posterior mineralización. Este fenómeno tiene lugar en pequeñas áreas

de la cortical o de la superficie trabecular, llamadas unidades básicas de remodelado óseo (35).

Todavía se siguen corroborando estos enunciados y las corrientes de investigación, que no se han detenido en el tiempo, evolucionando en este sentido. En la actualidad la mayoría de los trabajos realizados están basados en que la activación de los procesos de remodelación se produce a escala local o nivel celular, de manera que la respuesta adaptativa del hueso está también regulada por el estímulo mecánico (36–41).

El cambio de los estímulos mecánicos va a desencadenar una remodelación de cada segmento óseo (42). De esta manera, si el agente causal permanece en el tiempo, las zonas sometidas a excesivas tracciones responderán aumentando su cortical, produciéndose una reabsorción del lado contrario libre de estrés.

Esta dismetría cortical hace que la falange adquiera una forma trapezoidal contribuyendo a fijar la deformidad, afectando a la posición incorrecta de las articulaciones y favoreciendo aún más la retracción muscular.

Radiológicamente en el plano sagital no es sencillo detectar este signo, sin embargo es fácilmente visible en las FM de los dedos al realizar una radiografía dorso plantar, cuando la desviación es lateral o medial (19,43) (Figura 12).

Figura 12. Dismetría cortical
Fuente: E. Nieto Podólogos

A la hora de establecer las correcciones quirúrgicas de las desalineaciones digitales uno de los objetivos a tener en cuenta deberá ser la aplicación de procedimientos que consigan igualar las diferencias de tamaño entre las corticales de las falanges.

1.3.3. Posicionamiento de las articulaciones interfalángicas

Las AIF de aparentemente sencillez, son de gran complejidad en cuanto a que cualquier agente causal asociado a patologías diferidas o causas externas va a provocar multitud de problemas en su normal funcionamiento.

Su adecuado movimiento lo determinan la calidad de las superficies articulares, la disposición ligamentosa de las AIF (20), quienes se encargan de proporcionarle una mayor resistencia, evitando la desviación lateral de las falanges e impidiendo las subluxaciones o luxaciones (4) y al correcto equilibrio de la función muscular.

Por consiguiente cualquier causa que provoque un cambio en los vectores de fuerza sobre las superficies óseas, obliga a las AIF y a su vez a las AMTF a adaptarse a las nuevas situaciones funcionales.

Si las posiciones patológicas se mantienen o se cronifican y agravan, las articulaciones irán sufriendo un paulatino deterioro que finalizará con la destrucción de las mismas generando la pérdida total de la movilidad.

Para valorar el grado de afectación articular digital y en la fase en la que se encuentra, se hace un estiramiento en dirección distal del dedo, comprobando los rangos de movilidad de las mismas o bien se utiliza el Test de Kellikian (Kellikian push-up test) (44–46) o mecanismo de Windlass invertido, para lo cual se realiza presión hacia flexión dorsal en la zona retrocapital de los metatarsianos centrales simulando la carga.

Si al realizar este movimiento, los dedos se estiran y se corrige la garra digital, significa que es flexible y reductible, por tanto el test sería positivo. Una vez hecha esta valoración se podrá clasificar la calidad y funcionalidad de las AIF en tres grupos (47,48):

1.3.3.1. Alteración digital flexible

Cuando la alteración en la posición digital depende exclusivamente de la función muscular, las AIF sufren un efecto de acomodación, adaptándose a la nueva situación

posicional del dedo. Al ceder el agente causal la AIF tiene la capacidad de volver a su posición correcta, dado que aún no hay deterioro estructural de la misma. Al realizar cualquiera de las maniobras descritas el dedo vuelve con facilidad a su posición correcta.

1.3.3.2. Alteración digital semiflexible

Debido a la permanencia de los agentes causales en el tiempo, los segmentos óseos comienzan a adaptar su estructura a la nueva posición, generándose la dismetría en las corticales que favorece aún más la retracción muscular. Estos motivos hacen que las AIF se mantengan en una posición forzada comenzando su deterioro y limitando su movilidad. La deformidad solamente se puede reducir parcialmente.

1.3.3.3. Alteración digital rígida

Las AIF van a seguir sufriendo un proceso degenerativo de sus carillas articulares, ayudada por la posición incorrecta que adoptan las falanges de una manera permanente, la retracción, el acortamiento tendinoso y de los ligamentos colaterales que contribuyen a la cronificación de la patología digital llegando a su anulación funcional y pérdida de movilidad.

Figura 13. Visión lateral artrodesis articulación interfalángica proximal

Fuente: E. Nieto Podólogos

Alcanzado este grado, la AIF puede artrodesarse al entrar en contacto los extremos óseos y fusionarse (Figura 13), o bien luxarse, haciendo que los fragmentos óseos se desplacen en direcciones contrarias (Figura 14), debido al fracaso de todos los elementos estabilizadores. La posición digital se convierte en irreductible, no pudiéndose realinear el dedo al realizar cualquiera de las maniobras de comprobación.

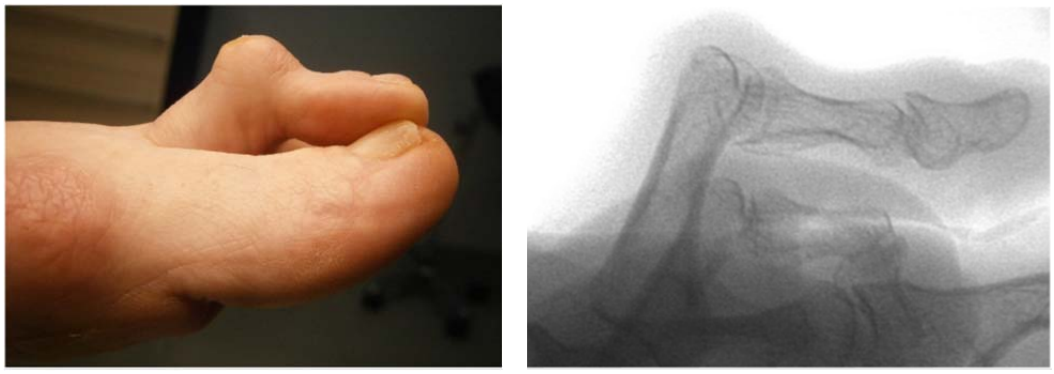


Figura 14. Visión lateral luxación articulación interfalángica proximal

Fuente: E. Nieto Podólogos

1.3.4. Las estructuras metatarsofalángicas y la estabilidad digital

La unión de los metatarsianos y la parte proximal de las FP forman la AMTF, quedando integrada como parte del aparato digital. Por este motivo, cualquier compromiso ejercido sobre su normal funcionamiento, influirá directamente en el establecimiento y agravamiento de la deformidad digital.

El complejo estabilizador de esta articulación lo componen el plato glenoideo, los ligamentos colaterales, la musculatura intrínseca y extrínseca. Estas estructuras son capaces de adaptarse como respuesta a los patrones anormales de carga del antepié, haciéndolos fracasar cuando las fuerzas deformantes se cronifican (49,50).

Ante la retracción de la musculatura extensora la AMTF se coloca en dorsiflexión, quedando los MI y ML en posición dorsal respecto al eje de giro de la articulación, pasando a ejercer acción de flexión dorsal y contribuyendo a aumentar la dorsiflexión de la articulación.

La musculatura corta y los ligamentos colaterales se retraen fijando la deformidad, ayudados por la musculatura larga, tanto flexora como extensora. La cabeza metatarsiana pierde la capacidad de realizar la flexión del dedo y se inicia la lesión de la placa plantar por la compresión axial que el metatarsiano ejerce sobre ella (51), a la vez que se precipita la deformación digital del dedo (52).

El resultado final de la desestructuración de los elementos periarticulares será la rotura de la placa plantar y la luxación de la articulación MTF (53-56) (Figura 15).

Figura 15. Luxación articulación metatarsofalángica
Fuente: E. Nieto Podólogos

1.4. Clasificación de las patologías digitales

Existe una gran variedad de publicaciones sobre definiciones y clasificaciones de las deformidades digitales (57–61) .

Nicklas (62) propone una clasificación haciendo referencia a su etiología y proceso patomecánico, la cual puede resultar útil a la hora de realizar un planteamiento quirúrgico. Aunque probablemente la clasificación más utilizada y conocida es la descrita por MJ. Coughlin (63,64), centrándose en tres tipos de deformidad, dedo en garra, en martillo y en mazo (9).

El hecho de que no haya un consenso generalizado en el concepto y definición de las deformidades digitales, puede provocar confusiones generando diferencias a la hora de instaurar algoritmos de tratamiento (58,61,65–67).

Las deformidades resultantes de los procesos patológicos digitales atienden a varios factores, por lo que a la hora de clasificarlas se deberían tener en cuenta diferentes criterios como si se producen en estática o dinámica, el plano al que afecta, la posición en la que se colocan las falanges y el grado de reductibilidad que tiene la deformidad (68).

Atendiendo a todos estos criterios se podría generar la siguiente clasificación:

1.4.1. Deformidades digitales que se manifiestan en dinámica o estática (69)

1.4.1.1. En dinámica

Este tipo de alteraciones se presentan con contracción y rotación del dedo, suelen comenzar en el plano sagital manifestándose en todos los dedos.

1.4.1.2. En estática

Suelen aparecer por presión con contracción y rotación, se pueden producir en todos los planos afectando a dedos aislados. (Figura 16)

Figura 16. Deformidad digital en estática

Fuente: E. Nieto Podólogos

1.4.2. Deformidades más frecuentes en cuanto al plano

1.4.2.1. En el plano sagital (70)

a. Dedo en garra (Figura 17)

Se produce al colocarse en dorsiflexión la FP mientras que las FM y FD se encuentran en posición de flexión, generando sobrecarga plantar de la AMF.

Figura 17. Deformidad en garra

Fuente: E. Nieto Podólogos

b. Dedo en martillo (Figura 18)

La FP se posiciona en dorsiflexión, la FM está plantarflexionada, la FD suele estar normalmente dorsiflexionada, aunque a veces se encuentra alineada.

Figura 18. Deformidad en martillo

Fuente: E. Nieto Podólogos

c. Dedo en mazo

La FD se encuentra flexionada respecto de la falange media, estando las AIF proximal y la AMF dentro de la normalidad. (Figura 19)

Figura 19. Deformidad en mazo

Fuente: C. Naranjo

1.4.2.2. En el plano frontal

a. Dedo en Rotación (Figura 20)

Es aquel que se posiciona en rotación sobre el propio eje del dedo y a veces en flexión; suele ser de origen congénito y con mayor frecuencia aparece en el tercer, cuarto o quinto dedo.

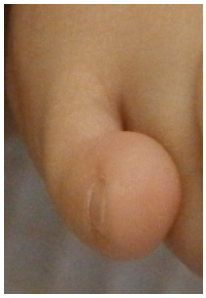


Figura 20. Dedo en rotación
Fuente: E. Nieto Podólogos

1.4.2.3. Plano transverso

a. Clinodactilia (Figura 21)

Desviación de la FM y FD en el plano trasverso. Frecuentemente la falange afectada es la FM.

Figura 21. Clinodactilia
Fuente: E. Nieto Podólogos

b. Dedo supraductus (Figura 22)

Desviación de todo el segmento digital, superponiéndose encima de otro dedo. La falange causante de la supraducción suele ser la FP desviándose a medial o lateral y suele ir asociado a otras deformidades digitales.

Figura 22. Dedo supraductus
Fuente: E. Nieto Podólogos

c. Dedo infraductus (Figura 23)

Desviación de todo el segmento digital, colocándose uno o varios dedos debajo de los otros.

Figura 23. Dedo infraductus
Fuente: E. Nieto Podólogos

d. Dedos en ráfaga (Figura 24)

Desviación de los segmentos digitales en el plano transverso, en la que el dedo se desvía habitualmente en abducción, suelen ir asociados a la desviación del hallux (47,48,71).

Figura 24. Dedos en ráfaga
Fuente: E. Nieto Podólogos

1.4.3. Evolución y afectación articular

La progresión de la deformidad va a ir afectando paulatinamente a las articulaciones provocando el deterioro de las mismas haciendo que las patologías digitales pasen de ser reductibles a semirreductibles y rígidas (25).

La combinación de todos estos factores nos proporcionan una gran diversidad de posibles alteraciones digitales, con un gran abanico de variantes que difícilmente se pueden recoger en una única clasificación. (Figura 25)

Figura 25. Desestructuración digital

Fuente: E. Nieto Podólogos

A la hora de planificar cualquier tratamiento quirúrgico, se deberán tener en cuenta cada uno de los factores descritos y adaptar de manera individual a cada patología los gestos necesarios para conseguir una óptima alineación, independientemente de las clasificaciones establecidas que en realidad nos sirven para poder simplificar la diversidad de desalineaciones y hacer más sencilla su comprensión (72).

Los procedimientos quirúrgicos para corregir la patología de los dedos menores del pie se pueden ejecutar con cirugía tradicional o con CMI. Las técnicas que con más frecuencia se utilizan en cirugía abierta son la artroplastia y la artrodesis. Estas técnicas (24,44,64,73–77) de probada eficacia, actúan directamente sobre las articulaciones del dedo, provocando en ocasiones alteraciones en la movilidad de las mismas, además de causar un acortamiento del segmento digital (78,79).

La segunda posibilidad es utilizar técnicas de CMI, pudiendo seleccionar diferentes opciones en función de la calidad articular. Cuando los procesos patológicos cursan sin afectación de las AIF y éstas son reductibles o semirreductibles, las correcciones se realizan en los segmentos óseos, aplicando osteotomías completas o técnicas ODI.

Cuando las deformidades digitales presentan rigidez o luxación articular, los procedimientos de elección serán artroplastia (técnica Stoe), artrodesis y/o técnicas combinadas (80,81).

Estas técnicas se podrán ver con detalles en los siguientes apartados, dándole más relevancia a las técnicas ODI, al ser objeto de este estudio.

1.5. Cirugía mínimamente invasiva del pie

Definiremos la cirugía mínimamente Invasiva del pie, CMI, como el conjunto de gestos quirúrgicos que a través de pequeñas incisiones nos permiten realizar correcciones en las estructuras óseas y partes blandas implicadas en las diferentes alteraciones del pie, consiguiendo la recuperación de la deformidad y el restablecimiento funcional y biomecánico.

La denominación de Cirugía Mínimamente Invasiva del Pie (CMI), es un concepto más global, capaz de integrar y agrupar los diferentes términos que se utilizan como "Cirugía percutánea", "Cirugía de mínima incisión", "Minimal incision surgery (MIS)", con un significado común (82).

1.5.1. Reseña histórica

La CMI en el pie es un método quirúrgico relativamente joven, sus inicios se remontan al año 1945, cuando Morton Polokoff, practica cirugía subdérmica, utilizando instrumentos conectados a una corriente galvánica que permitían realizar mínimas incisiones, siendo reemplazadas posteriormente por el uso de bisturíes y limas delgadas. Hacia el año 1960 el Dr. Edwin Prover, continúa impulsando estos procedimientos hasta que en 1965 el Dr. Albert Brown comienza a eliminar espolones de calcáneo con una cureta, disminuyendo la vía de acceso que se había utilizado hasta entonces.

En 1967, el Dr. Joseph Addante realiza osteotomías metatarsales utilizando limas de doble acción, que reducen significativamente el tamaño de las incisiones que se empleaban en la cirugía a campo abierto, por lo que a él se le atribuye el nombre de cirugía de mínima incisión. Siendo el Dr. Albert Brown en 1968 quién utiliza motores para realizar exéresis del espolón calcáneo y el Dr. Michael Perrone, en 1972, quien publica el primer libro sobre cirugía ósea del pie utilizando una turbina con limas, evidenciando la primera referencia de instrumental motorizado.

Posteriormente Dr. Leonard Britton ejecuta osteotomías en cuña a nivel de los metatarsianos a través de pequeñas vías de acceso y osteotomías de Akin sin prácticamente abertura. En 1983 el Dr. Gorman publica un manual de cirugía sobre este tipo de técnicas titulado "Minimal incision surgery and laser surgery in podiatry" (83). Y en 1986 el Dr. Blair M. Bycura edita el atlas "Bycura on minimal incision surgery" (84) sobre la cirugía de mínima incisión del pie.

Paralelamente, otros podiatras americanos Partel, Addante, Strauss, Dennis L. White, amplían progresivamente las indicaciones de las técnicas pudiéndose resolver la mayoría de las deformidades del pie con los procedimientos CMI.

El verdadero impulso de la CMI se produce cuando el Dr. Stephen Isham publica en 1991 (85), la modificación de la osteotomía capital del primer radio de Reverdin, adaptándola a los principios de la mínima incisión. Siendo evaluados los resultados de estas técnicas por otros podiatras americanos (Weinberger, Fulp et al. 1991; White 1991) (86).

Simultáneamente en la década de los noventa los procedimientos mínimamente invasivos son introducidos en España por Luis Aycart, donde son practicados y desarrollados por podólogo (19) y posteriormente en el ámbito de la traumatología a través del Dr. De Prado. A la vez que se expanden progresivamente por el resto de Europa y América (87).

La CMI ha avanzado en los últimos años al ritmo de la tecnología, incorporando cada vez más procedimientos que permiten sin necesidad de grandes incisiones y exposición de campos quirúrgicos la realización de casi todas las patologías podológicas.

Paulatinamente y hasta la actualidad han ido apareciendo artículos y publicaciones de diferentes autores sobre la corrección del hallux valgus, de los metatarsianos y las alteraciones digitales como los de De Prado, Haque S., Giannini S., Magnan B, Zandri A., Bauer T, Maffulli M (87–93) y otros autores que a nivel mundial avalan los resultados y la eficiencia de la CMI.

Paralelamente se incorporan diferentes tratados, siendo los más significativos: "Cirugía podológica. Técnicas de mínima incisión" (94), "Cirugía percutánea del pie: técnicas quirúrgicas, indicaciones, bases anatómicas" (95), "Minimally invasive hallux valgus correction: a technical note and a feasibility study" (96), "Estructuras anatómicas

implicadas en la práctica de la cirugía de mínima incisión del pie" (97), "Chirurgie mini-invasive et percutanée du pied" (98), "Minimally invasive forefoot surgery in clinical practice" (99) y la última incorporación en el 2017 "Cirugía mínimamente invasiva del pie" (19).

Recogiéndose en todas estas publicaciones las indicaciones y la ejecución de los diferentes procedimientos de CMI para las diversas patologías del pie.

1.5.2. Cirugía mínimamente invasiva y alteraciones digitales del pie

La acción terapéutica de las deformidades digitales, cuando los tratamientos conservadores han fracasado, deben ser quirúrgicas (13,64,100). A la hora de seleccionar la técnica más adecuada se debe valorar la fase de deformidad que presenta el dedo, ya que las necesidades de corrección variarán en función de los tres estadios que se han descrito, la retracción de partes blandas, la deformidad ósea y la flexibilidad articular.

El objetivo principal de cualquier técnica quirúrgica será mejorar la sensación dolorosa, modificar la desalineación de los segmentos óseos sobre sus ejes, recuperar la proporción entre las corticales y restablecer la función digital (101).

La resolución de la patología digital que se ejecuta con CMI, nos ofrece cinco posibilidades quirúrgicas indicadas en función de la fase evolutiva de la deformidad:

1.5.2.1. Artrodesis

Procedimiento destinado a bloquear completamente la movilidad de una articulación patológica, provocando una anquilosis en posición funcional.

Sus indicaciones son muy limitadas, reservada para las AIFP y/o AIFD cuando están deterioradas, con dolor en el movimiento o rigidez, siendo una solución satisfactoria en caso de secuelas de traumatismo, luxaciones, parálisis y en algunas ocasiones en pacientes con procesos degenerativos o inflamatorios crónicos (102).

Al realizar una artrodesis se obtiene una estabilidad inmediata de la articulación (103), se alinean las falanges, mejora la funcionalidad global del dedo y disminuye o elimina el dolor. El inconveniente más importante es que se pierde el movimiento, por lo que esta técnica se debe utilizar como una cirugía paliativa pero no reparadora.

La ejecución se realiza a través de una incisión de dos milímetros en la parte dorso lateral del dedo a nivel de la articulación afectada. Se coloca una fresa Shannon 44 media intraarticular y se realiza un fresado de la misma, cuyo objetivo será enfrentar la mayor cantidad de tejido esponjoso de una epífisis con su epífisis opuesta, para permitir el paso de trabéculas y convertir las dos falanges en una sola unidad (104,105) (Figura 26).

Figura 26. 1-2. Luxación articulación interfalángica distal. 3-4 Articulación artrodesada

Fuente: E. Nieto Podólogos

1.5.2.2. Artroplastia (Técnica S. Toe)

La artroplastia con CMI (98), al igual que otros procedimientos han sido adaptados de la cirugía a campo abierto, siendo descrita por el podiatra americano Dr. Strauss en la década de los ochenta (105), denominada técnica Stoe.

El objetivo consiste en realizar una resección de la parte distal de la falange proximal, creando una neoarticulación con cierto grado de movilidad.

Para ejecutar la extracción del fragmento, se hace una incisión de cuatro milímetros en la cara medial dorsal del dedo, comenzando en la línea articular y en dirección proximal. Se profundiza hasta acceder a la articulación y se introduce un osteotomo de corte en su extremo para seccionar todo el perímetro de la cápsula y se desperiostiza la porción de falange que se va a extraer. Con una fresa Shannon 44 se hace una osteotomía completa y transversal al eje de la falange. Finalmente con un mosquito se pinza el fragmento y se extrae (104,106) (Figura 27).

Una de las principales características de esta técnica es que no se actúa sobre los tendones extensores ni flexores. El acortamiento que se produce en el segmento óseo proporciona una mayor longitud a los mismos, contribuyendo a la aproximación del espacio y aportando estabilidad.

Con esta técnica se consiguen buenos resultados en deformidades provocadas por dedos hiperlongos. El inconveniente es que si la falange proximal se encuentra en flexión dorsal se puede producir una incongruencia de las superficies creadas, por lo que se debe combinar con otro tipo de procedimientos CMI, ODI en la FP. Por tanto reservamos esta técnica cuando se quiera conseguir un efecto de acortamiento del dígito.

Figura 27. 1-2 Preoperatorio. 3-4-5 artroplastia Stoe

Fuente: E. Nieto Podólogos

1.5.2.3. Osteotomías digitales completas (Procedimientos Isham)

Las osteotomías son cortes controlados completos de un segmento óseo que se realizan en las diáfisis o metáfisis de las falanges con CMI, cuyo objetivo es redirigir o realinear las desviaciones digitales en el plano sagital, transverso o frontal.

Cada alteración presenta unas características específicas en las que pueden estar implicadas varias falanges y afectar a más de un plano, siendo necesario en estos casos combinar osteotomías en varios segmentos y con diferentes orientaciones para resolver la posición patológica (107).

Las primeras referencias sobre este tipo de osteotomías aparecen a finales de los años setenta en el manual de Leonard Hymes (108).

Posteriormente Gorman (83) y después Bycura (84) siguen profundizando en el tema y describiendo las osteotomías mínimamente invasivas para los dedos menores. El impulso y difusión definitiva para el tratamiento del dedo en garra se produce a partir de las descripciones que realiza Dr. S. Isham (47,109).

Los procedimientos Isham para la corrección de los dedos en garra son un conjunto de técnicas CMI que combinan osteotomías en diferentes falanges y actuaciones sobre sobre partes blandas, aparato flexo-extensor y cápsula articular. Se consigue gracias a

ellas, redirigir la función biomecánica, mejorar la apariencia y síntomas del dedo deformado (47,80,99).

Los gestos quirúrgicos propuestos y combinados en función de las características específicas de cada proceso digital son:

- Tenotomía extensora.
- Tenotomía flexora.
- Capsulectomías.
- Condilectomías.
- Osteotomía completa proximal de la FP.
- Osteotomía completa distal de la FP.
- Osteotomía completa de la FM.

Para tratar las desalineaciones digitales con los procedimientos Isham, se sigue un protocolo de actuación. En primer lugar, se hace la tenotomía de los extensores a través de una punción dorsal, seguidamente, por vía plantar, se procede a realizar la tenotomía flexora. Una vez ejecutadas, la flexión de los dedos se realizará gracias a los músculos lumbricales e interóseos (musculatura intrínseca) que son flexores de la primera falange y que van a aportar una potencia suficiente de presión de los dedos sobre el suelo en las últimas fases del paso (87,103).

En segundo lugar y comenzando de distal a proximal (80) se realizan las combinaciones necesarias de osteotomías completas en forma de cuña, definidas por C. Cazeau (98) como "osteotomías bicorticales", cuyo objetivo será compensar la flexión, extensión o lateralización del dedo en función de la deformidad preexistente (87).

Las indicaciones y aplicación de este conjunto de procedimientos quirúrgicos dependerán de la reductibilidad de la deformidad. En un grado inicial, se combinarán técnicas de partes blandas con osteotomías simples o dobles y si fuera necesario con exostectomía (Figura 28).

En fases más avanzadas, en las que la deformidad sea semireductible, con limitación parcial del movimiento articular, se ejecutarán exostectomías dorsales para eliminar las prominencias óseas dorsales, seguidas de técnicas de partes blandas y osteotomías triples, con las que conseguiremos alinear los 3 segmentos digitales preservando la movilidad.

En clinodactilias o desviaciones laterales, en las que no hay compromiso de partes blandas, los gestos quirúrgicos que se utilizan son las "osteotomías desrizadoras" (98), "osteotomías bicorticales" a veces sin tenotomías (110).

En el resto de deformidades digitales la ejecución de osteotomías en las diferentes falanges, irán precedidas de las tenotomías extensoras y flexoras.

La aplicación de los "Procedimientos Isham" aporta unos buenos resultados tanto estéticos como funcionales y disminuyen la sintomatología dolorosa aunque, la realización de osteotomías completas en cuña, pueden generar algunos inconvenientes (111) como acortamientos digitales, desviación de los fragmentos resultantes, retrasos de osificación, callos hipertróficos (80) y no uniones producidos por la separación de segmentos con movilidad de los mismos.

Figura 28. Osteotomías completas

Fuente: E. Nieto Podólogos

Para evitar esta circunstancia se deberá tener especial precaución en la fijación externa postoperatoria, cuyo objetivo será proporcionar compresión e inmovilización a las osteotomías realizadas para obtener una óptima consolidación, debiéndose realizar controles fluoroscópicos constantes para comprobar la efectividad de los mismos.

1.5.2.4. Técnicas combinadas

La técnica que más habitualmente se utiliza en CMI para corregir los dedos más desestructurados que presentan la articulación interfalángica proximal en posición de luxación y/o subluxación con pérdida de su movilidad, es la triple osteotomía.

La mayoría de los autores (47,87,98,99,104) describen está técnica de elección en estos casos, comenzando con la exostectomía dorsal de la AIFP y las tenotomías extensora - flexora con capsulectomía dorsal de la AMF. Seguidamente se ejecutarán las osteotomías, la primera con apertura plantar en la base de la FP, la segunda con apertura dorsal en la parte distal de la FP y la tercera en la FM con apertura dorsal.

La sintomatología dolorosa de los dedos disminuye o desaparece siendo buenos los resultados funcionales que se consiguen y de alineación (109). Sin embargo el deterioro de la AIFP y la incongruencia de ambas falanges permanecen al no haber actuado sobre la patología articular, esto hace que la desalineación sea visible en una radiografía lateral del dedo y en el engrosamiento externo del dedo a este nivel.

Por este motivo, en los procesos patológicos digitales en los que haya deterioro o destrucción de las articulaciones interfalángicas, se deberán combinar procedimientos que actúen sobre la posición de las falanges y sobre la articulación, pudiendo simultanear osteotomías completas o incompletas con artroplastia Stoe y/o artrodesis. Consiguiendo con la aplicación de técnicas combinadas mejorar los resultados estéticos y estructurales (104) (Figura 29).

Figura 29. Técnicas combinadas 1.- Osteotomía digital incompleta falange proximal. 2.- Artroplastia STOE
Fuente: E. Nieto Podólogos

1.5.2.5. Osteotomías digitales incompletas (Técnicas ODI)

Las osteotomías digitales incompletas consisten en realizar un corte óseo en las falanges en forma de cuña, cuya apertura se localiza en el lado opuesto a la deformidad, dejando intacta la porción de cortical contraria a la misma, pero lo suficientemente debilitada y flexible para permitir su cierre (81,112,113) (Figura 30).

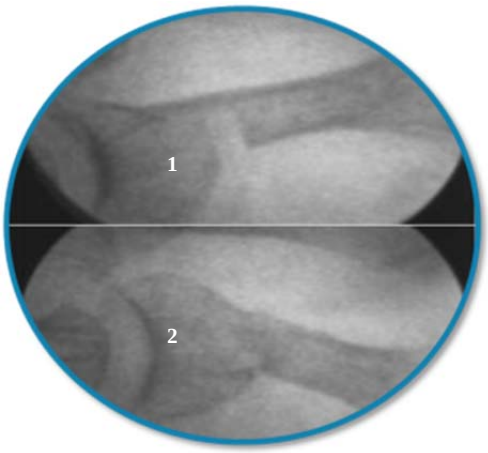


Figura 30. Osteotomías incompletas. 1.- Abierta 2.- Cerrada

Fuente: E. Nieto Podólogos

La integridad cortical en el punto seleccionado ejerce la función de bisagra que permite cambiar la angulación de los segmentos óseos sobre sus ejes anatómicos actuando a la vez como un dispositivo de fijación natural. Se evita, de esta forma, que los fragmentos se desplacen y se acorten, además ayuda a mantener el contacto de las superficies óseas impidiendo la movilidad indeseada.

Estas características, que son el elemento diferenciador con otro tipo de osteotomías descritas (47,98), hacen que disminuyan las complicaciones, especialmente los callos hipertróficos y las no uniones.

En los siguientes capítulos se analiza con todo detalle, las indicaciones, forma de ejecución, ventajas e inconvenientes de las ODI a través de un estudio retrospectivo.

La utilización y combinación de esta batería de técnicas ejecutadas con CMI, nos permite corregir la mayor parte de las patologías digitales.

1.6. Características de las ODI

Todos los procedimientos mínimamente invasivos que se realizan en el pie, tienen unos principios específicos y comunes que les proporciona una identidad propia. Las técnicas ODI, deben cumplir estas características para que desempeñen su objetivo y sean eficaces.

1.6.1. Mínimos portales de acceso

Para alcanzar el área quirúrgica se realizan pequeñas incisiones evitando la apertura por planos. La respuesta orgánica es proporcional a la magnitud de las lesiones; de modo que una incisión pequeña y limpia hecha por el cirujano sólo lesionara las células que están a lo largo de la herida consiguiendo que la respuesta fisiológica a la agresión quirúrgica sea menor y disminuya la inflamación postquirúrgica y la sensación de dolor (114–116).

No se trata de reducir el tamaño de las incisiones para que sean más estéticas sino de conseguir portales de acceso lo menos traumáticos posibles, sin agresividad tisular y que no provoquen daños colaterales minimizando los mecanismos de reparación (82).

La corrección digital con técnicas ODI, se realiza con portales de acceso mínimamente invasivos que más adelante veremos con detalle.

1.6.2. Bloqueos anestésicos selectivos

Las técnicas anestésicas que se utilizan en CMI son selectivas, es decir permiten desensibilizar zonas de actuación concreta, a través de bloqueos loco regionales o de tobillo, sin necesidad de tener que realizar técnicas más complejas o anestesias generales (117).

La utilización de uno u otro de bloqueo dependerá del tipo de patología y de las actuaciones quirúrgicas que se vayan a realizar, si los procedimientos se limitan a zonas de actuación concretas, como es el caso de las alteraciones digitales, se desensibilizaran zonas específicas lo que nos permite anestesiar exclusivamente un dedo o simultáneamente varios dedos del pie a través de los procedimientos loco regionales (118).

Ahora bien, cuando la patología lo requiere y se debe actuar en zonas más amplias o en diferentes alteraciones de forma simultánea, se utiliza el bloqueo a nivel del tobillo, logrando de esta manera la pérdida de sensibilidad en todo el pie (119).

Las principales características de los anestésicos locales que se utilizan para realizar este tipo de anestesias son la potencia anestésica, la duración de su acción, los cortos periodos de latencia y la capacidad de producir bloqueos diferenciales interrumpiendo solamente la actividad de las fibras sensitivas del dolor y no de las motoras (120).

Esta última peculiaridad farmacológica de conservar la función motora es fundamental para la cirugía digital, dado que el paciente puede colaborar en determinadas maniobras de comprobación durante el acto quirúrgico y el cirujano valorar la efectividad de las correcciones o la necesidad de aplicar gestos quirúrgicos complementarios. Y además permite un vez finalizada la intervención que el paciente pueda comenzar la deambulación de manera autónoma (121).

1.6.3. Ejecución de los Procedimientos sin Isquemia

En la CMI no se utiliza manguito de isquemia ni hemostasia, debido al mínimo compromiso que se origina en el entramado vascular al crear los portales de acceso. Por otro lado, el escaso sangrado facilita la salida del detritus óseo resultante del fresado y ayuda a refrigerar los puntos de osteotomías controlando los aumentos de temperatura que se puedan producir por el material motorizado de corte (122–124).

El escaso compromiso vascular que se produce durante la ejecución de las ODI y la no utilización de isquemia permite que incluso se puedan realizar en pacientes con deterioro del mismo, como es el caso de pacientes diabéticos.

1.6.4. Osteotomías sin material de osteosíntesis

Una vez ejecutadas las osteotomías, se ponen en marcha los mecanismos biológicos de reparación y remodelación (35,125), comenzando con la fase desasimilativa o de hematoma, que dura aproximadamente hasta la tercera semana.

El hematoma que se ha formado y la reacción inflamatoria local ponen en marcha los procesos enzimáticos, en los que participan factores de crecimiento y estimuladores de la actividad celular, una vez formada esta matriz primaria se produce la siguiente fase, la formación del callo primario o «callo blando».

Se trata de un tejido óseo y conjuntivo inmaduro. Láminas precoces de hueso pasan a modo de puente por encima del foco de fractura para estabilizar los fragmentos óseos. Este tejido se organiza de forma progresiva en el aspecto histológico y permite el paso a la fase siguiente de mineralización del callo, caracterizada por la formación de un tejido laminar multidireccional no orientado.

La última fase la de remodelación, adapta el hueso a las fuerzas mecánicas al organizar el hueso laminar secundario. En el aspecto histológico, se trata de reconstituir la estructura ósea haversiana de laminillas concéntricas y el canal medular. Esta fase dura 6 -12 meses y permite restituir las características morfológicas mecánicas del hueso.

Para que todo este proceso se produzca satisfactoriamente, el foco de osteotomía debe de estar estático, es decir bien inmovilizado y adecuadamente vascularizado. Cuando estas dos condiciones se dan, el resultado final de este, será un adecuado tejido óseo.

Ahora bien, cuando existe movilidad fragmentaria, el proceso de reparación se verá alterado creándose un tejido fibroso. Y si se añade la circunstancia de un aporte vascular insuficiente en el foco el resultado final del proceso será la creación de un tejido cartilaginoso. Estas dos situaciones desencadenaran complicaciones en el proceso de consolidación dando lugar a una pseudoartrosis o una no unión de la osteotomía.

La fijación interna que proporciona la cortical intacta en el foco de osteotomía y la inmovilización que aportan los vendajes externos hacen que las ODI osifiquen de una manera adecuada sin necesidad de materiales de osteosíntesis.

Por tanto las ODI cumplen estos cuatro principios, que son los que identifican y caracterizan a la CMI, diferenciándola de otro tipo de técnicas quirúrgicas utilizadas en cirugía digital:

- Se realiza con anestesia local.
- Portales de acceso a través de incisiones mínimas.
- Disminución de la agresión quirúrgica obteniendo una menor respuesta, menor inflamación y sensación de dolor.
- Los procedimientos se realizan sin isquemia ni hemostasia.
- El paciente al estar consciente puede colaborar en comprobaciones intraquirúrgicas.

- Cirugía ambulatoria ya que no precisa ingreso hospitalario.
- Deambulación inmediata.
- No se utilizan sistemas de osteosíntesis.
- Se pueden realizar multitécnicas en el mismo acto quirúrgico.

1.7. Fundamentos de la fijación de las ODI

Las correcciones óseas que se practican en CMI, entre ellas las ODI, no requieren ningún elemento de osteosíntesis para su fijación.

El motivo es que una vez diseñada y ejecutada la técnica, el óptimo proceso de consolidación de este tipo de osteotomías va a proporcionar los siguientes sistemas de contención:

1.7.1. Fijación extrínseca

Durante el proceso quirúrgico las partes blandas adyacentes a las osteotomías no resultan lesionadas, esta circunstancia crea un mecanismo de contención en los focos de corrección ósea debido a la contractura músculo tendinosa de los tejidos (97), que se produce de forma refleja, creándose un entorno anatómico estable y no dañado, aportando un mayor nivel tisular de oxígeno, lo que proporciona una adecuada consistencia interfragmentaria a la osteotomía y evita las lesiones de las yemas vasculares neoformadas.

1.7.2. Fijación intrínseca

La estabilidad de las ODI la aportan el diseño y la solución de continuidad de la cortical que queda al ejecutarlas de manera incompleta (126).

Al realizar el trazo de corrección de un corte óseo, se debe evitar que éste tenga una orientación vertical, ya que las superficies resultantes quedarán paralelas, generando inestabilidad y desplazamientos incontrolados. Por tanto, al diseñar una osteotomía se le debe dar una proyección más angulada al eje del segmento óseo con una angulación de distal dorsal a plantar proximal, consiguiendo así, que los fragmentos resultantes sean estables cuando actúen las fuerzas de tracción, distracción y resistencia del suelo en la deambulación. La geometría creada en la línea de corte es capaz de transformar estas

fuerzas en un efecto de compresión sobre el foco de fractura, que aportará estabilidad y evitará desplazamientos indeseados.

En algunas ocasiones las osteotomías se localizan intracapsularmente, la cápsula al no haber sido dañada quirúrgicamente se comporta como un potente elemento extra de contención limitando aún más la movilidad.

Por otra parte, la porción de cortical que queda intacta permite solamente un movimiento de angulación, a través del cual se consigue la alineación de las estructuras óseas sobre su matriz anatómica e impide por completo el desplazamiento de los fragmentos en cualquier plano y su rotación.

Este hecho, unido a los anteriores descritos, hace que las Osteotomías Incompletas sean correcciones óseas muy estables, ya que además de conseguir el efecto corrector deseado cumplen todas las exigencias necesarias para que se produzca una consolidación óptima al evitarse los desplazamientos indeseados de los fragmentos.

1.7.3. Fijación externa

Fijación que aportan desde el exterior los vendajes funcionales y la zapatilla postquirúrgica y cuyo objetivo será cerrar el espacio interfragmentario de la osteotomía, proporcionando un contacto continuo de las superficies óseas (127).

En el momento que se han finalizado las modificaciones quirúrgicas todas las osteotomías y los cambios conseguidos en los diferentes segmentos óseos, deben ser inmovilizados con elementos de fijación externa, hasta que se produzcan puentes óseos de consolidación capaces de mantener por sí solos la nueva posición, momento en el que se podrán retirar de forma definitiva los sistemas de contención externa que proporcionan los vendajes.

Conseguimos el efecto inmovilizador colocando diferentes tiras adhesivas que van a provocar vectores de fuerzas encontrados capaces de mantener el contacto de las superficies interfragmentarias, de conservar la nueva posición del segmento y de provocar una compresión continua sobre la osteotomía.

Los vendajes por tanto son el sistema de fijación por excelencia, imprescindible y necesario para conseguir unos adecuados resultados en las correcciones digitales realizadas.

1.8. Diseño y reproductibilidad de las ODI

La posición patológica que adopta el dedo la va a determinar la disposición espacial de cada segmento óseo, siendo en ocasiones necesario combinar varias osteotomías con diferentes efectos correctores y orientaciones para conseguir la realineación de toda la estructura digital.

Para planificar el diseño de cada ODI y conseguir su reproductibilidad (128) independientemente del dedo y del pie en el que se tengan que aplicar, se ha diseñado un modelo que llamaremos "modelo de los cuadrantes" (43) (Gráfico 1).

Partiendo de un corte transversal de la diáfisis de un segmento óseo, lo dividiremos en cuatro cuadrantes, referenciando la parte superior o dorsal como **D**, la inferior o plantar como **P**, la zona medial como **1** y la lateral como **2**.

De esta manera se denomina al superior medial: **D1,** al superior lateral: **D2,** al inferior medial: **P1** y al inferior lateral: **P2.**

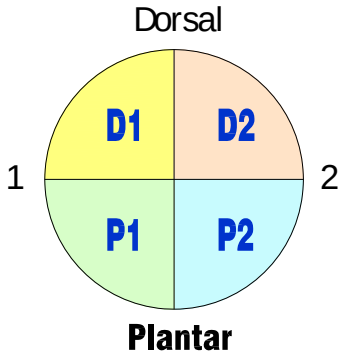


Gráfico 1. Modelo de los Cuadrantes

Fuente: E. Nieto Podólogos

Con este patrón se podrá diseñar fácilmente la orientación que se debe dar a la osteotomía, dónde se inicia la apertura de la cuña y dónde debe quedar la porción de cortical intacta que hará de bisagra.

El manejo de los "modelo de cuadrantes" se puede entender a través de estos dos ejemplos (en un pie izquierdo). Si la falange proximal de un dedo está desviada hacia dorsal, deberemos crear la **base** de la cuña correctora en **P1 - P2** la y la **bisagra** de

cierre quedará en la intersección de **D1 - D2**, obteniendo al cerrar la cuña un efecto de corrección de la falange en flexión plantar.

Si el segmento estuviera posicionado hacia lateral, la **base** de la cuña correctora se iniciaría en **D1 – P1** y la **bisagra** de cierre quedará en la intersección de **D2 – P2,** pudiendo desplazar el segmento al cerrar la cuña hacia medial.

Con estas dos muestras se consigue una idea aproximada de cómo manejar el modelo de los cuadrantes, pudiendo planificar tantos diseños como posibles desviaciones posicionales de las falanges se presenten y poderlos reproducir en cualquier segmento, dedo o pie.

Combinando las ODI que sean necesarias en cada segmento e imprimiendo en cada uno de ellos la orientación que sea necesaria para reconducir las desviaciones sobre sus ejes anatómicos, se consigue la alineación digital.

1.9. Localización de las ODI

Aunque no se pueden establecer unas normas de actuación estandarizadas para todos los casos, debido a que cada deformidad digital es diferente, sí que se puede plantear una guía de acción orientativa en función de la combinación de estos parámetros

Si no existiera afectación articular y la alteración digital es reductible, se ejecutan osteotomías incompletas en la falange proximal, en la falange media o combinación de ambas y si fuera preciso, técnicas de partes blandas.

En caso de que haya limitación de la movilidad y la deformidad sea semireductible, se realizan osteotomías digitales incompletas dobles o triples y como técnicas complementarias la exostectomía del dorso de la falange proximal y partes blandas.

En procesos digitales irreductibles asociado a subluxación, luxación o artrodesis de la articulación interfalángica proximal o distal, aunque algunos autores realizan osteotomías triples (98,99,109), lo aconsejado sería utilizar técnicas ODI combinadas con otros procedimientos de CMI como artroplastias stoe, artrodesis y osteotomías completas, ya que la combinación de varias técnicas permiten actuar simultáneamente sobre los segmentos óseos y a nivel de la articulación, consiguiendo la realineación del dedo, la corrección articular y cierto acortamiento si fuera necesario (104).

La localización donde se deben ejecutar las osteotomías dependerá del grado de deformidad y de los segmentos involucrados en ella, según estos parámetros las ODIS se realizarán de manera individual o combinada en una o varias falanges:

1.9.1. En la falange proximal

Se ejecutarán a nivel metafisario proximal, se selecciona esta zona debido a que el porcentaje de cortical a este nivel es mayor (95), consiguiendo con más facilidad que la bisagra quede intacta y una mayor superficie de apoyo de los fragmentos.

En caso que la alteración digital requiera una triple osteotomía, esta segunda ODI se hará en la parte distal de la FP (Figura 31).

Figura 31. Localización osteotomía digital incompleta de la falange proximal

Fuente: E. Nieto Podólogos

1.9.2. En la Falange Media

Su localización será a nivel diafisario central debido al escaso tamaño de éstas. La vía de acceso se creará por vía dorsal lateral o medial (Figura 32).

Figura 32. Localización Osteotomía Digital Incompleta de la Falange Media

Fuente: E. Nieto Podólogos

2. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

La patología de los dedos menores presenta una incidencia superior al 20% (3,64) según Shirzad et al (63). En lo que se refiere al ámbito propiamente quirúrgico el 48% del total de intervenciones que se realizan en el pie, pertenecen a patologías digitales, correspondiendo el 30 % a alteraciones individuales, mientras que un 40% afecta a dos o más dedos (129).

Esta alta incidencia de deformidades de los dedos menores que precisan tratamiento quirúrgico ha contribuido a buscar procedimientos que aporten más beneficios con menores riesgos y buenos resultados, convirtiéndose las ODI en una técnica eficaz en el tratamiento de las patologías digitales.

El inicio de las osteotomías incompletas está basado en una cuña lateral de cierre en la metáfisis proximal de la FP del hallux descrita por O. F. Akin en 1925, realizada con cirugía abierta. Colloff y Weitz, cuarenta años después, sugirieron que la mayor ventaja del procedimiento era la de corregir las deformidades leves y moderadas del hallux valgus sin alterar la congruencia ni los tejidos blandos de la primera AMTF (130).

Posteriormente la osteotomía de Akin se adapta a la CMI, sin fijación (131–133) con resultados similares a los logrados en la cirugía a cielo abierto, con las ventajas adicionales de que las incisiones eran de menor tamaño, no había fijación interna y se observaba una rápida recuperación con menos complicaciones (134,135).

Basándose en el diseño incompleto y en el mejor comportamiento postoperatorio de la osteotomía de Akin, comienzan a aparecer artículos de opinión (1995 Teatino JA) adaptando las osteotomías incompletas a las patologías digitales. Quedando reflejados definitivamente como técnica en diferentes manuales (43,81,112,113,136–138).

En la práctica quirúrgica habitual progresivamente se fue incorporando este procedimiento a los dedos menores, observando que la cortical que queda intacta, efectivamente proporciona un punto de anclaje interno que simplifica el postoperatorio y reduce la función de los vendajes a mantener la cuña cerrada y comprimirla para que se produzca una buena osificación. A la vez que evita la desviación de fragmentos, los retrasos de consolidación y los callos hipertróficos.

Inicialmente al ejecutar las osteotomías incompletas se seguía el mismo orden de que en las osteotomías completas, es decir, primero se realizaban los procedimientos de partes blandas y después las osteotomías que fueran necesarias, de distal a proximal (1,110,139). Lo que obligaba a realizar todos los gestos quirúrgicos planificados (tenotomías y osteotomías de distal a proximal) (48,109).

Paulatinamente se ha ido invirtiendo el orden de ejecución, realizando en primer lugar las correcciones óseas de proximal a distal y posteriormente, en caso de que sean necesarias, las técnicas sobre partes blandas. Ésto hace que en muchos casos, como se verá posteriormente, no se tengan que ejecutar las tenotomías, consiguiendo los mismos resultados con una rápida recuperación funcional de los dedos. Estas modificaciones que se denominan "técnicas ODI" (43,81,136) han sido el inicio de este estudio que pretende, por un lado comprobar si se consiguen las correcciones digitales teniendo que ejecutar menos tenotomías y por otro lado valorar si disminuyen las complicaciones los tiempos de recuperación, a la vez que se consigue una satisfacción del paciente adecuada.

Se ha optado por hacer un estudio retrospectivo dado que a través de revisiones bibliográficas en diferentes bases de datos no se ha encontrado referencias de resultados para poder establecer estudios comparativos.

A través del análisis de 457 intervenciones en las que se han utilizado técnicas ODI se valora su eficacia y su bajo nivel de complicaciones, pretendiendo por tanto, promover el uso de esta técnica para la corrección de las alteraciones digitales reductibles o semi reductibles con CMI de forma válida y reproductible.

3. HIPÓTESIS DEL ESTUDIO

Las osteotomías digitales incompletas (ODI) presentan mejores resultados clínicos y menor tasa de complicaciones cuando se realizan aisladas sin tenotomías asociadas.

4. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

4.1. Objetivo principal

Analizar los resultados clínicos tras la corrección quirúrgica de deformidades digitales mediante osteotomías digitales incompletas, con y sin tenotomías adicionales.

4.2. Objetivos específicos

Evaluar la mejora de la funcionalidad y la satisfacción de los pacientes intervenidos por deformidades digitales mediante la escala AOFAS.

Comparar las complicaciones postoperatorias que se producen con las técnicas ODI de proximal a distal con y sin tenotomías asociadas.

Valorar el tiempo de postoperatorio tras ejecutar las ODI con o sin tenotomías.

5. MATERIAL Y MÉTODO

5.1. Diseño del estudio

El estudio que se presenta es retrospectivo, transversal y observacional, dado que, para poder constatar el objetivo de éste, se ha basado en los resultados observados de aquellas intervenciones en las que al menos se ha realizado una osteotomía digital incompleta (ODI); desde 2008 a 2014.

Por otro lado, dado que se han seleccionado varias variables a analizar, este estudio es así mismo multivariable.

Las intervenciones quirúrgicas se realizaron en las instalaciones de Clínica podológica E. Nieto, durante el periodo 2008 a 2014. Las cirugías siempre fueron realizadas por el mismo cirujano y por el mismo equipo de trabajo, siguiendo la metodología quirúrgica y los protocolos anteriormente explicados.

La recogida de todos los datos se cumplimentó en un documento de Excel, anotando los procedimientos realizados, puntuaciones AOFAS, complicaciones y tiempo de recuperación y el resto de referencias necesarias para el estudio, para posteriormente ser analizados con el programa SPSS v.24.

El control de datos, seguimiento inmediato y revisiones posteriores, fueron formalizadas por el mismo equipo de trabajo.

5.2 Criterios de inclusión

Los criterios de inclusión que se han utilizado para la selección de cirugías en este estudio son:

- Cirugías que hayan precisado al menos de una osteotomía digital incompleta para su corrección.
- Desalineaciones digitales de cualquier segmento y en cualquier plano.
- Alteraciones digitales reductibles o semirreductibles.
- Cirugías en las que se hayan utilizado los siguientes procedimientos quirúrgicos:
    - Osteotomías digitales incompletas para la corrección de todos los dedos afectados.

- Osteotomías digitales incompletas acompañadas de tenotomías para la corrección de todos los dedos afectados.
- Exclusivamente tenotomías.
- Combinación de los procedimientos anteriores para la corrección de diferentes dedos en un mismo caso.

5.3 Criterios de exclusión

Quedaron excluidas todas aquellas que cumplían estos requisitos:

- Dedos irreductibles, con rigidez articular que presenten luxación y/o artrodesis.
- Patologías anteriormente operadas.
- Aquellas cirugías en las que en algún dígito haya sido necesario para su corrección la combinación de ODI con otras técnicas tales como: Osteotomías completas, artroplastia Stoe y artrodesis.
- Que hayan necesitado otras técnicas quirúrgicas para su corrección.
- Otras intervenciones sin cirugía digital.

5.4 Población de estudio

Para disponer de una muestra representativa y poder generalizar de forma válida los hallazgos encontrados, del total de procedimientos realizados con Cirugía Mínimamente Invasiva en la Clínica Podológica E. Nieto, durante el periodo comprendido entre 2008 a 2014.

5.4.1 Tamaño de la muestra

Se realizó una serie retrospectiva de casos probando la eficacia de las osteotomías incompletas en los dedos del pie. Se estudiaron 457 intervenciones, en las que un mismo cirujano había practicado 1340 ODIS en 1041 dedos del pie, desde 2008 hasta 2014.

Para obtener los análisis estadísticos y comprobar la hipótesis y objetivos de este estudio, se seleccionan del total de pies operados, todos aquellos que se les haya realizado cirugía de HAV (mediante Reverdin-Isham y Akin), además de correcciones

digitales con ODI con tenotomía o ODI sin tenotomía, con un total de 223 pies intervenidos.

De este grupo de 223 cirugías, se seleccionan dos cohortes para poder establecer las comparaciones y valoración de resultados. La diferencia entre ambos, es el haber añadido o no tenotomías extensoras y / o flexoras a las osteotomías para la corrección digital:

COHORTE 1:

129 casos donde todos los dedos operados fueron corregidos con ODI sin tenotomías.

COHORTE 2:

94 casos donde se combinó ODI con tenotomía extensora y / o flexora para la corrección digital.

El total de dedos operados en estos dos grupos fue de 556, siendo necesarias 723 ODI para conseguir las correcciones digitales. Quedando distribuidos en la cohorte número 1 un total de 338 dedos y 218 en la cohorte número 2.

5.5 Procedimientos diagnósticos

Todos los procedimientos quirúrgicos que se realizan en Clínica podológica E. Nieto, siguen la misma dinámica, pautas y protocolos. Esta metodología de trabajo permite poder controlar y valorar los resultados a corto, medio y largo plazo.

5.5.1. Valoración, información y propuesta quirúrgica

Una vez realizado el diagnóstico clínico, se procede a informar al paciente acerca de las posibilidades terapéuticas de la patología que presenta, explicándole cuáles son las causas de su aparición así como las posibilidades de tratamientos alternativos.

Una vez que el paciente ha comprendido su alteración y las alternativas de tratamiento, se le explicará:

- Forma de realización de la intervención junto con las correcciones óseas que se llevarán a cabo para corregir/atenuar las deformidades.
- Posibles riesgos complicaciones y consecuencias.
- Tiempo aproximado de postoperatorio hasta el alta, tipo vendaje, calzado postquirúrgico y tiempo estimado de baja laboral.
- Necesidad de tratamientos alternativos a posteriori si fuera necesario (ortesis, rehabilitación…).

Es fundamental que en esta visita se informe y se de respuesta a todas aquellas preguntas que se puedan formular. Teniendo en cuenta que el paciente no tiene conocimientos podológicos y que muchas veces es difícil hacerle entender el procedimiento quirúrgico, siendo incluso necesario volver a repetir la visita informativa.

Si opta por el tratamiento quirúrgico, se rellena el cuestionario de salud (Anexo 1) y se le facilita la petición de estudios pertinentes para su siguiente visita, que será el preoperatorio.

5.5.2. Preoperatorio

Se define como el conjunto de pruebas físicas y de laboratorio que indican que no existe ninguna contraindicación para llevar a cabo una intervención propuesta.

La consignación de los datos obtenidos, como fotografías, mediciones radiológicas, rangos de movilidad, estudios biomecánicos, etc., servirán a posteriori para tener una referencia de resultados y evolución.

A continuación se reseñan los puntos más significativos dentro del protocolo preoperatorio de Clínica Podológica E. Nieto:

5.5.2.1. Historia clínica (Anexo 2)

La historia clínica es el registro obligatorio de las condiciones de salud del paciente.

Es realizada y cumplimentada por nuestro equipo de trabajo, con el objetivo de tener el conocimiento exhaustivo del historial médico del paciente quedando recogidos los siguientes datos:

- Datos personales (filiación).
- Antecedentes familiares.
- Alergias medicamentosas.
- Alteraciones metabólicas (hipo/hipertiroidismo, diabetes…).
- Antecedentes médicos personales e incidencias.
- Repercusión de los mismos en los miembros inferiores.
- Repercusión a nivel cardiovascular y vascular periférico.
- Repercusiones nerviosas (hemiplegia, paresias, anestesias, ictus…).
- Repercusiones traumáticas sobre miembros inferiores (fracturas…)
- Alteraciones dérmicas (psoriasis, cicatrices, alteraciones sistémicas).
- Otras.

Una vez recogidos todos estos datos, se procede a la exploración y valoración

a. Exploración física

La exploración física va a permitir obtener la mayor cantidad de datos posibles acerca de las articulaciones y segmentos óseos que van a ser intervenidos, evaluando los parámetros clínicos a través de:

b. Inspección

- En sedestación (descarga) se comprobará si existen zonas de hiperqueratosis, rebordes articulares y óseos, alteraciones de la paleta metatarsal u otra área que influyan o provoquen las desalineaciones digitales. Haciéndose exploraciones funcionales valorando el balance muscular y la movilidad.
- En bipedestación (carga). Alteraciones posicionales del antepié y retropié.
- Estudios de la marcha. Para comprobar si las alteraciones digitales tienen un origen dinámico.

c. Palpación

- Puntos dolorosos articulares.
- Test de Kelikian, Mulder, Test de estrés vertical (8).
- Movilidad articular (AIFP,AIFD) (8).

- Movilidad Digital contra resistencia.
- Otras.

5.5.3. Estudio radiológico

Como protocolo se realizan a los pacientes estudios radiológicos convencionales en carga, con proyecciones Dorso – Plantar y Latero – Lateral, repitiéndose la radiología al ser dado de alta. Para estos estudios se utiliza un equipo radiológico Trophy, Irix 70, CCX digital 70 Kv, 8 mA ®.

Los parámetros goniométricos que se obtienen ofrecen una idea global de la patología y de su evolución. Para las alteraciones digitales la fluoroscopía diagnóstica es de gran ayuda, dado que este sistema nos permitirá observar cualquier alteración o anomalía morfológica ósea en cualquier plano y poder valorar la calidad y congruencia articular. Se utiliza un equipo FM Control Xiscan 4400, 4 ®.

Así mismo, este último método permite hacer proyecciones especiales como axial de los metatarsianos, oblicuas, etc.

Por tanto, el uso de los métodos radiológicos tradicionales previos a la intervención junto con la información fluoroscópica, ofrecen información precisa y esencial en el diagnóstico y para la planificación de la propuesta quirúrgica.

Si fuera necesario y la patología lo requiere se pueden realizar estudios complementarios como:

- Ecografía (Neuroma de Morton).
- Resonancia Nuclear Magnética.
- Pruebas de última generación como la 3D.
- TAC.

5.5.4. Exploración vascular de miembros inferiores

En primer lugar se valora la temperatura de miembros inferiores, pulsos, estado de piel y anejos cutáneos.

Posteriormente se explora la circulación del pie a través del doppler, evaluando la Arteria tibial posterior, pedia y digitales, registrando y analizando las ondas resultantes (Anexo 3).

Se toma la presión arterial y se halla el índice Tobillo Brazo, considerándose valores normales próximo a 1 (> 0,90) (140).

5.5.5. Valoración de las pruebas analíticas y de coagulación

Se comprueba la normalidad de los diferentes parámetros de la analítica solicitada, con especial atención en las pruebas de coagulación, considerando como rango de normalidad los siguientes datos:

Tiempo de protrombina	> 75
INR (índice nacional racionalizado)	0,90 - 1,20
APTT (tiempo de tromboplastina parcial activada)	27 - 37
Antitrombina III	85 - 140

5.5.6. Estudio biomecánico

Con los estudios biomecánicos se pretende analizar el comportamiento del pie tanto en estática como en dinámica, valorando las posibles alteraciones y su interrelación con la patología digital.

Se realizan las siguientes pruebas:

- Análisis biomecánico en bipedestación, valorando la huella plantar y la distribución de presiones.
- Análisis biomecánico dinámico, obteniendo mediciones del pie en movimiento y obtener datos de los puntos de presión máxima y de las diferentes fases de la marcha.
- Fotografías en estática.
- Filmaciones en vídeo de la marcha, que permiten apreciar detalles de gran importancia en el diagnóstico.

La repetición de estos estudios a posteriori hace posible comparar y evaluar objetivamente la evolución y efectividad de los tratamientos quirúrgicos.

5.5.7. Consentimiento informado (Anexo 4)

Realizadas todas las pruebas clínicas oportunas si no existe ninguna contraindicación para que el paciente pueda ser intervenido, se procede a rellenar y firmar el consentimiento informado.

Entendiendo por el mismo el acto de decisión voluntaria realizado por una persona competente, por el cual el paciente acepta o rechaza las acciones diagnósticas o terapéuticas sugeridas, fundado en la comprensión de la información revelada respecto de los riesgos y beneficios que le pueden ocasionar.

5.5.8. Escala AOFAS (Anexo 5)

En el preoperatorio se evalúa el estado del dolor, la función y la alineación utilizando el formulario AOFAS (American Orthopaedic Foot & Ankle Society) (141,142) específico para AMTF y AIF. Posteriormente este cuestionario se reevalúa a los seis meses y al año del tratamiento quirúrgico para poder constatar la evolución y el grado de satisfacción del paciente (143,144).

Esta escala incluye la respuesta subjetiva del paciente (60 puntos) y el análisis objetivo del examinador (40 puntos).

El resultado es considerado excelente (90-100 puntos), bueno (80-89 puntos), medio (70-79) y pobre (menos de 70 puntos).

5.5.9. Procedimiento quirúrgico

A los pacientes se les premedica administrándoles algún fármaco, aproximadamente 1 hora antes como puede ser: Inductor del sueño (Dormicum®), derivados de las benzodiacepinas, Valium ®.

La pre medicación permite que el paciente acuda más tranquilo a su cita y mientras tiene lugar la intervención preste menos atención y disminuya su nivel de conciencia, haciendo su estancia más agradable y que el profesional trabaje con una mayor tranquilidad.

Una vez acomodado el paciente, se procede a realizar el bloqueo anestésico del paciente, previo lavado y aseptización del pie. Si se van a realizar multitécnicas se opta por un bloqueo de tobillo y en los casos en que se vaya a hacer técnicas individuales, por bloqueos locoregionales.

Se emplean anestésicos locales sin vasoconstrictor tipo mepivacaína 2% y en bloqueos de tobillo asociado con ropivacaína. La dosificación se ajusta en función de la edad, el peso del paciente y particularidades de cada caso. Durante la anestesia, se monitorizan las constantemente de los pacientes, pulso y presión sanguínea.

Durante el periodo de latencia y mientras se consigue la desensibilización del pie, se procede a la toma de fotografías e imágenes fluoroscópicas posteriormente se lava y aseptiza el pie.

PROCEDIMIENTO PREOPERATORIO
Historia clínica
Exploración física. Inspección. Palpación
Estudio radiológico: Convencional. Fluoroscopías
Otras pruebas complementarias
Exploración vascular: Doppler
Valoración pruebas analíticas. Coagulación
Estudio biomecánico
Consentimiento informado
Encuesta AOFAS

Simultáneamente se prepara la mesa quirúrgica, se lava y viste el cirujano, se monta la mesa quirúrgica con el instrumental necesario, se cubre el sillón y el pie creando un campo estéril.

Una vez finalizados todos los preparativos y comprobado que se ha conseguido un adecuado bloqueo sensitivo del pie, se comienza el acto quirúrgico desarrollando las técnicas y procedimientos programados.

Tras la realización de las técnicas se procede a la sutura de las incisiones, aunque en muchas ocasiones no es necesario, debido al mínimo tamaño de las mismas.

Se inyectará a través de las incisiones, perilesionalmente una solución corticoidea, lo que nos ayudará a disminuir la sensación dolorosa en el postoperatorio inmediato así como la inflamación.

A continuación se aplica la fijación externa con los vendajes adecuados, en función de las técnicas empleadas y de los segmentos que se hayan intervenido y se realizan registros fluoroscópicos postquirúrgicos.

Al paciente se le da por escrito la hoja de medicación (Anexo 6), donde se le explica los cuidados inmediatos que debe seguir, como utilizar el calzado quirúrgico, mantener el pie elevado, aplicación de frío, periodos de deambulación cortos, así como la toma de la medicación. Y un informe detallado de la intervención realizada (Anexo 7).

Las dosis farmacológicas que se le pautan tienen una doble finalidad, por un lado de prevenir cualquier tipo de complicación infecciosa en el postoperatorio inmediato, aliviar la sensación dolorosa y disminuir la inflamación, que suele ser prácticamente nula debido a la poca agresividad de los procedimientos. La prescripción más habitual es Amoxicilina Clavulánico, 24 horas antes, aceclofenaco y analgésicos tipo midazolam a demanda.

Se rellena la hoja quirúrgica y de seguimiento donde se detallan las técnicas realizadas, anestesia, premedicación y que servirá para realizar el seguimiento de las curas posteriores (Anexo 8).

PROCEDIMIENTO QUIRÚRGICO
Premedicación
Bloqueo anestésico
Fluoroscopías. Fotografías
Lavado. Preparación Campo
INTERVENCIÓN
Vendajes
Cuidados
Pauta farmacológica

5.5.10. Postquirúrgico

Desde el postoperatorio inmediato el vendaje y el calzado quirúrgico permitirán al paciente la deambulación.

A las cuarenta y ocho horas se realiza la primera cura. Una vez retirado el vendaje de protección postquirúrgico y comprobada la correcta alineación de los segmentos operados, se colocan nuevamente los vendajes externos y el calzado quirúrgico. Repitiendo las curas con una periodicidad semanal hasta la fecha de alta.

Según Perren SM. Et al. y Gajdobranski et al. (145,146) no existen periodos de tiempo específicos en las diferentes fases de osificación al solaparse entre sí. Por este motivo el tiempo de inmovilización se determinará realizando maniobras de tracción activa y pasiva junto a controles fluoroscópicos. La ausencia de movilidad entre los segmentos óseos osteotomizados nos determinará su estabilidad, permitiendo adaptar los vendajes adecuados a cada fase.

Es fundamental que en cada visita postoperatoria hasta el alta se compruebe con controles fluoroscópicos que se consiguen los objetivos de cerrar, mantener y estabilizar las ODI y que los segmentos están en una posición adecuada.

Cuando existe formación de callo fibroso en las osteotomías realizadas y si la evolución es satisfactoria, se comienza a liberar al paciente del vendaje postquirúrgico sustituyéndolo por una ferulización digital, en forma de sindactilia, que ellos mismos realizan.

Entre los treinta y cuarenta días de la intervención se procede a dar el alta quirúrgica al paciente, realizando una radiografía convencional dorso plantar, tomando nuevamente fotografías y dándole las explicaciones necesarias en cuanto a los hábitos de calzado, actividad y necesidad de utilización de tratamientos ortopédicos.

El seguimiento del paciente se realiza a los seis y doce meses, visitas que sirven para comprobar la eficacia del tratamiento y su evolución con los cuestionarios AOFAS.

POSTQUIRÚRGICO
48 horas: Primera cura
Curas semanales
30 - 40 días: Ferulización digital
30 - 40 días: Calzado convencional
30 - 40 días: Alta. Radiología. Fotografías
Controles fluoroscópicos en todas las curas

5.5.11. Revisiones posteriores. 6 Meses. 1 Año

A los pacientes se les sugiere, revisiones a medio y largo plazo. El protocolo de estas revisiones consiste en realizar radiología convencional dorso plantar, fotos y fluoroscopías para poder establecer comparativas con las previas y las de alta. Valoración de la escala AOFAS y revisión o instauración de tratamientos ortopédicos si proceden.

REVISIÓN SEIS MESES. DOCE MESES
Radiología convencional
Fluoroscopías
Estudio biomecánico
Exploraciones rangos de movilidad
Fotografías
Revisión de su tratamiento ortopédico (si procede)
Encuesta AOFAS

5.5.12. Complicaciones

Durante todo el proceso postquirúrgico se registran todas las incidencias y complicaciones que se producen. Tales como las roturas de las osteotomías, los desplazamientos fragmentarios, los retrasos de consolidación ósea, los callos hipertróficos, la no unión y aquellos casos en que no se ha conseguido la corrección deseada.

Las roturas de las ODIS se incluyen dentro de este apartado, ya que cuando éstas se producen se pierde el elemento de fijación interna que proporciona la cortical preservada. Esta situación, generará una mayor movilidad de los fragmentos osteotomizados, dando lugar o aumentando la posibilidad de que aparezcan determinadas complicaciones.

De hecho, los desplazamientos o las no uniones, no aparecerán si antes no ha habido una rotura de la osteotomía.

5.6. Técnica quirúrgica

5.6.1. Técnica quirúrgica de las osteotomías digitales incompletas

5.6.1.1. Portales de acceso para las técnicas ODI

Las técnicas ODI requieren diversas vías de acceso, para poder ejecutar las osteotomías y los diferentes gestos complementarios. A continuación se describen detalladamente las vías de acceso a los puntos de actuación quirúrgica más frecuentes:

5.6.1.2. Portal de acceso para la exostectomía dorsal

La exostectomía dorsal es una técnica que se utiliza para remodelar o suavizar la parte dorsal - distal de la falange proximal del dedo. El abordaje habitual para ejecutar este gesto quirúrgico, se hacía desde una posición dorso - lateral o dorso - medial.

Basándose en la disposición de las estructuras anatómicas de los dedos, el portal de acceso que se propone, se debe realizar desde una posición dorsal – distal (97) (Figura 33).

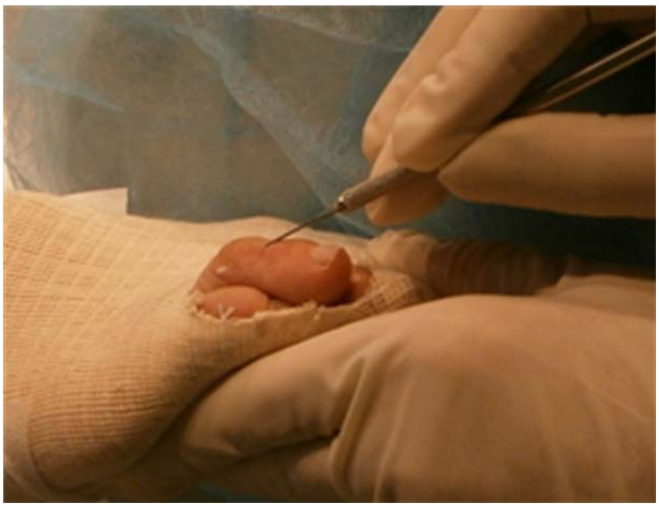
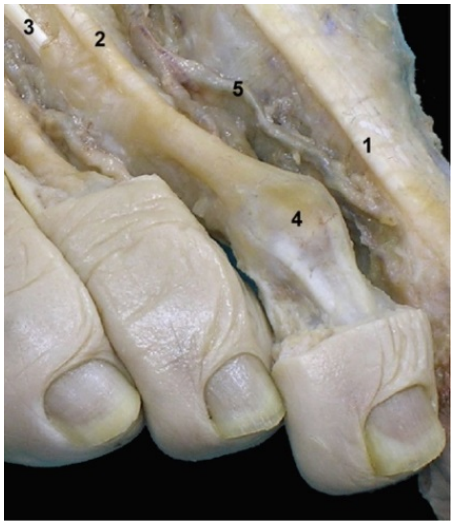


Figura 33. Vía de acceso exostectomía dorsal

Fuente: E. Nieto Podólogos



1 Tendón del extensor largo del primer dedo
2 Tendón del extensor largo de los dedos
3 Tendón del extensor corto de los dedos (pedio)
4 Aponeurosis dorsal
5 Arteria digital dorsal

Figura 34. Vía de acceso de la exostectomía dorsal
Fuente: Estructuras anatómicas implicadas en cirugía MIS. E. Nieto; A Rodríguez

Los paquetes vasculo - nerviosos se disponen a ambos laterales de cada dedo; el ELD y ECD, procedentes del dorso del pie, se unifican en la zona dorsal de la FP. Desde aquí, se volverán a bifurcar en dos aletas que abrazan lateralmente a la AIFP para acabar insertándose de forma única en la FM y FD del dedo.

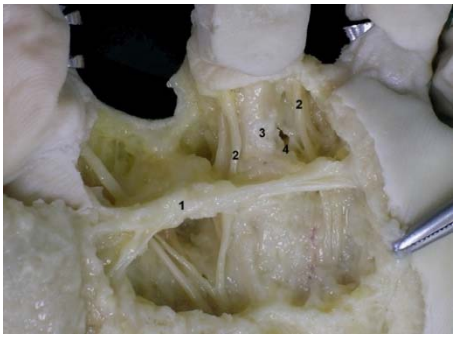
Esta disposición anatómica crea un espacio seguro para acceder al cóndilo dorsal de la FP, donde tras realizar la incisión en piel, se accede a la cápsula. Una vez situados en el interior de la misma, todos los elementos anatómicos anteriormente descritos quedarán protegidos de nuestra acción quirúrgica (Figura 34).

5.6.1.3. Portal de acceso para las osteotomías en la FP

Ayudados de la mano pasiva y de imágenes fluoroscópicas se palpa plantar y distal la AMTF a la altura de la base de la FP y en el centro del dedo. Localizando fluoroscópicamente el punto que nos permita acceder a la metáfisis proximal de la FP (Figura 35).

Figura 35. Vía de acceso osteotomía digital incompleta de la falange proximal
Fuente: E. Nieto Podólogos

Tras incidir la piel y separar el tejido adiposo, se proyecta la incisión en la vaina fibrosa para alcanzar la cortical de la FP en la zona lateral o medial. Creada la vía, se sustituye el bisturí por instrumental motorizado para poder ejecutar la ODI (Figura 36).



1. Ligamento metatarsiano transverso superficial
2. Nervios digitales plantares propios
3. Vaina fibrosa
4. Lugar de la ODI

Figura 36. Vía de acceso osteotomía digital incompleta de la falange proximal
Fuente: Estructuras Anatómicas Implicadas en Cirugía MIS. E. Nieto; A Rodríguez

5.6.1.4. Portal de acceso para las osteotomías en la FM

En el centro de la FM del dedo, se realiza una incisión en piel situada en la parte dorso lateral, se profundiza hasta alcanzar la aponeurosis dorsal por debajo de las aletas distales del tendón extensor (Figura 37).

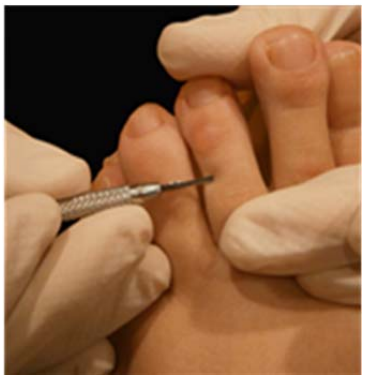


Figura 37. Vía de acceso osteotomía digital incompleta de la falange media

Fuente: E. Nieto Podólogos

Se incide la aponeurosis y se posiciona el instrumental de corte en la parte central y superior de la FM, comprobando la correcta localización con el fluoroscopio, seguidamente se realiza la osteotomía.

El acceso a través de esta vía y la ejecución de la técnica por debajo de la aponeurosis dorsal del dedo, evitan cualquier daño a las estructuras vasculares y nerviosas del dedo (Figura 38).

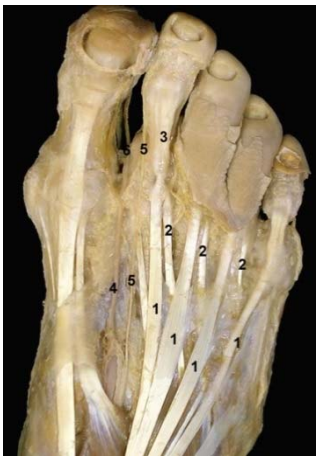


Figura 38. Vía de acceso osteotomía digital incompleta de la falange media

Fuente: Estructuras Anatómicas Implicadas en Cirugía MIS. E. Nieto; A Rodríguez

5.6.1.5. Portal de acceso para la tenotomía del ECD

El músculo ELD se posiciona en la parte dorsal del pie en forma de cuatro tendones hasta alcanzar los dedos menores y de forma paralela a éstos se sitúan los tendones del músculo ECD (o músculo pedio) (Figura 39).

1. Tendón del Extensor Largo de los dedos
2. Tendón del Extensor Corto de los dedos
3. Aponeurosis dorsal
4. Arteria metatarsiana dorsal
5. Nervios digitales dorsales
6. Arteria digital dorsal

Figura 39. Tendones extensores largos y cortos de los dedos

Fuente: Estructuras Anatómicas Implicadas en Cirugía MIS. E.Nieto; A Rodríguez

Ambos llegan por separado hasta la base de la FP de cada dedo, donde a través de expansiones digitales forman una aponeurosis dorsal que los unifica en un solo tendón. Posteriormente se vuelven a bifurcar en dos aletas abrazando la AIFP, insertándose finalmente en la FM y FD.

Gracias a la disposición dorsal de esta estructura y la colaboración activa del paciente, se pueden palpar y reconocer la posición de estos tendones en todo su recorrido.

Esta peculiaridad anatómica permite seleccionar la vía de entrada más adecuada en función de la corrección quirúrgica que se quiera conseguir.

Se proponen dos portales de acceso (97):

a. Vía de acceso distal

Se localiza en la parte dorsal del dedo, la base de la FP y el tendón extensor común de los dedos, colocando el bisturí perpendicular a éste, con el corte hacia distal (Figura 40).

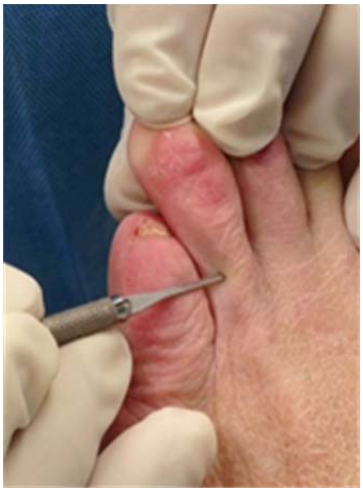


Figura 40. A la izquierda, vía de acceso distal

Fuente: E. Nieto Podólogos

Figura 41. A la derecha, tenotomía distal

Fuente: Estructuras anatómicas implicadas en cirugía MIS. E. Nieto; A Rodríguez

Tras la realización de la incisión en piel, se posiciona el corte del bisturí subcutáneamente sobre él y en un sólo gesto elevándolo, se secciona el ELD y el ECD al ir ambos unificados en este punto (Figura 41).

Esta vía la se utilizará cuando exclusivamente se quiera actuar sobre el tendón y conseguir una corrección moderada.

b. Vía de acceso proximal

Se localiza la zona dorsal de la AMTF y la mano pasiva localiza el ELD y ECD.

Se realiza la vía de entrada a nivel de la articulación (Figura 42), incidiendo la piel y colocándonos encima del ELD procediendo a su sección, posteriormente avanzaremos lateralmente hasta el ECD, ejecutando la tenotomía del mismo (Figura 43).

Figura 42. A la izquierda, vía de acceso proximal

Fuente: E. Nieto Podólogos

Figura 43. A la derecha, tenotomía proximal

Fuente: Estructuras anatómicas implicadas en cirugía MIS. E. Nieto; A Rodríguez

Cuando la patología lo requiera y la corrección digital precise combinar este gesto con otro tipo de técnicas (capsulectomía dorsal, lateral, etc.), se utilizara la vía más proximal, ya que se podrá acceder con facilidad a la cápsula articular para realizar los procedimientos, sin necesidad de utilizar otra vía.

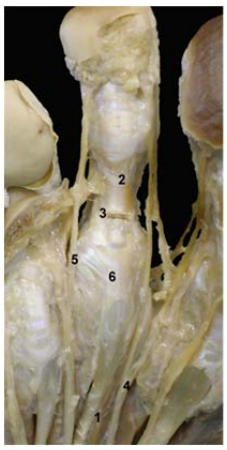
5.6.1.6. Portal de acceso para la tenotomía del FCD

Con una maniobra de dorsiflexión del dedo, se localiza en la zona plantar la línea del pliegue digital con la almohadilla plantar, por delante de la AMTF (Figura 44).

Figura 44. Vía de acceso tenotomía flexora

Fuente: E. Nieto Podólogos

Se realiza una incisión en la piel con el bisturí colocado perpendicularmente a los tendones flexores y centrados al dedo. Seguidamente se atraviesa la vaina fibrosa, llegando hasta la cortical de la falange, desde este punto realizamos la tenotomía flexora.



Los tendones del musculo FLD y FCD de los dedos discurren por separado hasta la base de la FP, es aquí donde el tendón del FCD de los dedos forma un ojal a través del cual pasa el tendón FLD, quedando ambos protegidos por una vaina fibrosa. Al realizarse la técnica desde esta vía de entrada se podrá seccionar ambos de un solo gesto.

Figura 45. Vía de acceso tenotomía flexora

Fuente: Estructuras anatómicas implicadas en cirugía MIS. E. Nieto; A Rodríguez

Las estructuras vasculo nerviosas y los nervios digitales quedan alejados de esta vía de entrada, ya que discurren a ambos laterales de los dedos (Figura 45).

5.6.2. Instrumental para las técnicas ODI

Las técnicas CMI son particulares en cuanto a su ejecución y desarrollo por lo que el instrumental que se utiliza ha sido diseñado específicamente para obtener una mayor eficacia en los gestos quirúrgicos y una mayor ergonomía en el trabajo (147,148). Siendo el instrumental específico para las técnicas ODI:

5.6.2.1. Mango de bisturí. Hoja Beaver 64 MIS (Figura 46)

Permite hacer incisiones de 2 mm para crear las vías de acceso y realizar los procedimientos sobre partes blandas.

Figura 46. Mango de bisturí. Hoja Beaver 64 MIS
Fuente: E. Nieto Podólogos

5.6.2.2. Micromotor y pieza de mano con reductora

La característica principal de este tipo de motores es que tienen una potencia adecuada para poder realizar los cortes óseos sin que la fresa quirúrgica se pare. Al micromotor se le acopla una pieza de mano reductora, uno a cuatro, reduciéndose las rpm a una cuarta parte (Figura 47).

El rango de trabajo debe oscila entre 250 a 1000 rpm. La posibilidad de trabajar a una velocidad tan reducida permite, por un lado tener el control de corte de la fresa y ejecutar los movimientos necesarios con precisión. Por otra parte, no sobrepasar los límites de temperatura en el punto de corte de la fresa, evitando el riesgo de lesiones de hipertermia en los tejidos o de necrosis osteotérmicas (122–124).

Figura 47. Micromotor y pieza de mano

Fuente: E. Nieto Podólogos

5.6.2.3. Fresas

Las fresas se adaptan a la pieza de mano del micromotor, y sirven para efectuar el corte óseo, imprimiendo un movimiento de vaivén.

Las fresas que con más frecuencia se utilizan son la Shannon Isham larga de 12 mm o media de 8 mm, mini de 4 mm (Figura 48), en función del diámetro de hueso que se pretende osteotomizar.

Figura 48. Fresas larga, media, mini

Fuente: E. Nieto Podólogos

Así pues, se reserva la larga para huesos con diámetros grandes tales como la falange proximal del primer dedo y la mediana para las falanges de los dedos menores.

Cuando los procedimientos requieren la realización de una exostectomía dorsal del cóndilo dorsal de la FP, se utiliza una fresa Shannon mini o short de 4 mm (Figura 48).

5.2.2.4. Fluoroscopio

Instrumental de control radiológico de baja intensidad que permite visualizar el campo operatorio en tiempo real en todos los planos del espacio (Figura 49).

Figura 49. Fluoroscopio
Fuente: E. Nieto Podólogos

La CMI se realiza sin control visual del campo operatorio por tanto el fluoroscopio permite intraoperatoriamente controlar los puntos exactos de las osteotomías a realizar así como la progresión de la técnica quirúrgica.

En el postoperatorio permite ver la evolución de la técnica, el estado de las osteotomías, la correcta colocación de los vendajes, la progresión de la consolidación. Estos controles se deberán realizar con la periodicidad necesaria hasta el momento de dar el alta al paciente.

5.6.2.5. Instrumental quirúrgico convencional y suturas

Como instrumental quirúrgico de apoyo se debe disponer de pinzas de disección, tijeras, porta agujas, etc.

Debido al pequeño tamaño de las incisiones se utilizan puntos simples, aunque la mayoría de las veces no se sutura o se utilizan tiras adhesivas de aproximación.

5.6.3. Técnica de ejecución de las ODI

La ejecución de las osteotomías digitales incompletas comienza combinando las osteotomías que sean necesarias en cada segmento e imprimiendo a cada una de ellas la orientación adecuada para reconducir las desviaciones de sus ejes anatómicos.

Realizadas las correcciones óseas de proximal a distal, se procede a valorar la necesidad de realizar gestos quirúrgicos sobre las partes blandas (19,43,81), incorporando si es necesario tenotomías extensora y/o flexoras.

En los siguientes apartados se describe detalladamente la ejecución de cada gesto quirúrgico:

5.6.3.1. ODI en la base de la FP

Se palpa y reconoce la base de la FP colocando el primer dedo de la mano pasiva en la zona plantar y el segundo en la parte dorsal. Una vez localizada la metáfisis de la falange, se delimita el centro de la misma, comprobando con el fluoroscopio que la ubicación seleccionada es la correcta.

Se realiza una incisión con el bisturí 64 MIS a nivel plantar, perpendicular y siguiendo el eje longitudinal del dedo por delante de la AMTF. A continuación se incide la vaina fibrosa, se profundiza hasta contactar con la cortical y se coloca el bisturí en la base de la falange, en la cara lateral o medial, en función del pie.

Por la vía creada se introduce una fresa de corte, adecuada al tamaño de la falange, reproduciendo los mismos movimientos que se han hecho con el bisturí, hasta que esta contacte contra el cóndilo de la falange. Alojada en esta posición, la vaina fibrosa hará de pantalla protectora de las estructuras anatómicas (como son el paquete vasculonervioso y el complejo flexor), de las posteriores acciones quirúrgicas.

Figura 50. Primer gesto osteotomía digital incompleta falange proximal

Fuente: E. Nieto Podólogos

El segundo dedo de la mano pasiva percibe el extremo distal de la fresa en su parte dorsal, en este momento se arranca el motor a bajas revoluciones y con suaves movimientos de dorsal a plantar se comienza la osteotomía. Se avanza hasta cortar los cuadrantes D2-P2 (en el pie izquierdo) D1-P1 (en el derecho) (Figura 50).

Realizada esta maniobra, se detiene el giro y se extrae ligeramente la fresa, hasta que el segundo dedo de la mano de apoyo pierde el contacto con la misma (este sencillo gesto permite preservar la integridad de la cortical dorsal en los siguientes movimientos de corte que se realizan). Desplazando progresivamente la cola del motor hacia dorsal, la parte cortante de la fresa se dirige hacia plantar seccionado P1 en izquierdo o P2 en derecho (Figura 51).

Figura 51. Segundo gesto osteotomía digital incompleta falange proximal

Fuente: E. Nieto Podólogos

Cortado este último cuadrante se apoya la fresa sobre la cortical preservada y la debilitamos progresivamente, hasta conseguir que el cierre de la osteotomía se pueda hacer con facilidad.

En este caso la cuña diseñada proporcionaría un efecto corrector hacia plantar; si hubiera que imprimir a la osteotomía otra orientación, se preservará en la parte dorsal, medial o lateral realizando los gestos de la misma manera, pero manteniendo intacta la porción de cortical contraria a la deformidad.

5.6.3.2. ODI en la parte distal de la FP

Se palpa el cuello anatómico de la FP, por detrás de la AIFP comprobando la ubicación con una imagen fluoroscópica.

Para proteger el paquete vascular nervioso y tener un acceso fácil, la vía entrada se crea, realizando una incisión en la unión del plano de piel dorsal y medial o lateral del dedo.

Seguidamente se incide la vaina fibrosa y se contacta con la falange colocando la hoja del bisturí en la parte dorsal de la falange y perpendicular a su eje.

Si es necesario desbridar la zona de adherencias para poder alojar con comodidad el instrumental de corte, nos ayudaremos con un elevador romo de 2 mm o con la misma fresa, para crear espacio.

La ejecución de esta osteotomía se realiza en tres tiempos:

a. Primer Tiempo

Desde la posición dorsal inicial se comienza la osteotomía cortando los cuadrantes dorsales D1 – D2, imprimiendo movimientos al motor de medial a lateral con dirección hacia plantar.

b. Segundo Tiempo

Terminada esta maniobra se eleva la cola del motor hacia dorsal situando la fresa en el cuadrante P1 a la vez que se secciona.

c. Tercer Tiempo

Se recoloca la fresa en parado en la línea de corte dorsal y bajando el motor hacia plantar se corta el cuadrante P2, preservando la cortical en la intersección P1 – P2 (Figura 52).

Finalizada la osteotomía se extrae la fresa y se procede con una maniobra hacia dorsal a cerrar la cuña realizada.

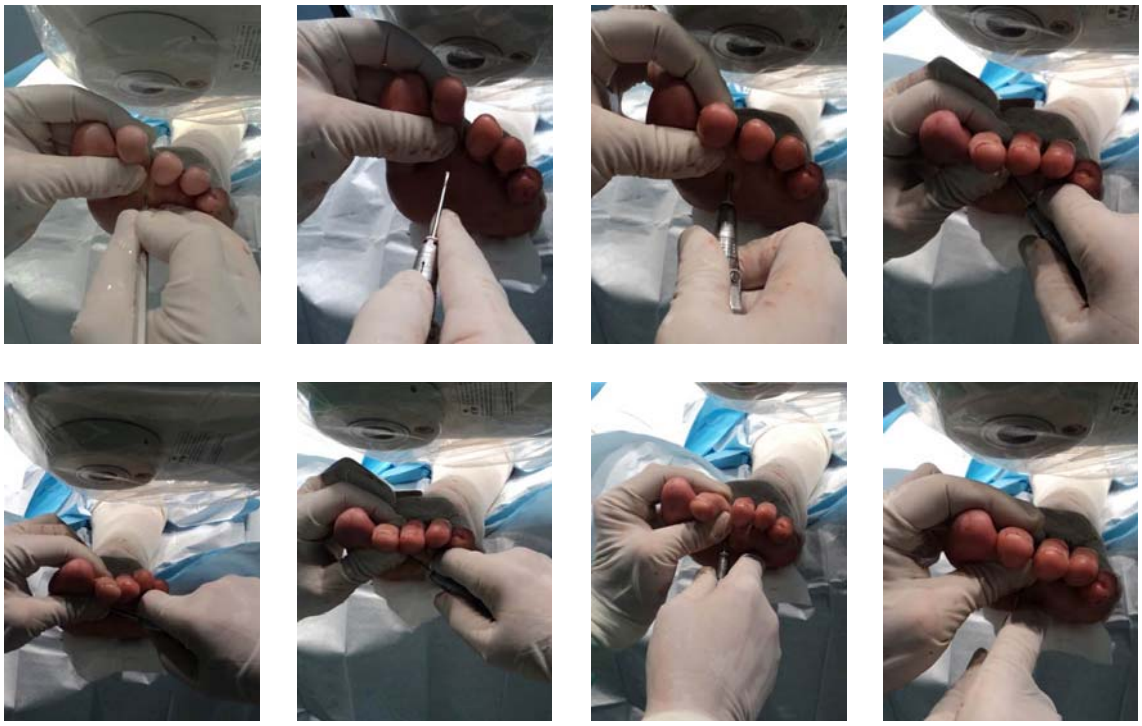


Figura 52. Gestos quirúrgicos osteotomía digital incompleta en la base falange proximal

Fuente: E. Nieto Podólogos

5.6.3.3. ODI en la FM

Se delimita la FM y se realiza una incisión en el dedo en la unión del plano de piel dorsal y medial en el pie derecho o lateral en el pie izquierdo, coincidiendo con la parte diafisaria del segmento. Se incide la vaina fibrosa hasta contactar con la cortical, profundizando hasta colocarnos en la parte dorsal y perpendicular al eje de la falange (Figura 53).

Se realiza la osteotomía de dorsal a plantar, cortando los cuadrantes D1 – D2 y preservando la intersección de los cuadrantes P1 – P2.

Se procede a extraer la fresa y con un movimiento de flexión dorsal se cierra la ODI.

Figura 53. Osteotomía digital incompleta falange media

Fuente: E. Nieto Podólogos

Con las técnicas ODI, el orden de ejecución de los gestos quirúrgicos cambia, en primer lugar se hacen las osteotomías necesarias en los segmentos óseos, de proximal a distal. Y en segundo lugar, se realizan las correcciones de partes blandas, en caso de que fueran necesarias.

Y en los procesos patológicos en que las estructuras metatarsofalángicas o la posición de los metatarsianos están implicados en la estabilidad digital y haya que actuar quirúrgicamente sobre ellas, las técnicas necesarias para corregir la paleta metatarsal se realizarán antes que las digitales.

Una vez realineados los segmentos óseos se procede a valorar la reductibilidad de la patología y el equilibrio conseguido entre los grupos musculares agonistas y antagonistas responsables del movimiento digital, decidiendo entonces si es necesario actuar sobre ellos.

Estas valoraciones se comprueban a través de dos maniobras, la primera el test Kellikian push-up, que consiste en generar una carga simulada hacia dorsal con nuestra mano pasiva sobre los metatarsianos, comprobando si produce la alineación de los segmentos digitales (44–46).

En segundo lugar se solicita la colaboración del paciente para comprobar el equilibrio entre los grupos musculares (8). Como se ha comentado anteriormente, la anestesia que hemos administrado, nos proporciona un bloqueo sensitivo y no motor (120), lo que

permite que el paciente pueda colaborar realizando movimientos activos, pasivos y en carga simulada de sus dedos y metatarsianos.

Del resultado, se evaluará intraoperatoriamente el equilibrio resultante entre los grupos musculares responsables del movimiento, procediendo a la realización de las tenotomías y/o capsulectomías en aquellos casos en que estas estructuras sigan influyendo en el mantenimiento de la deformidad.

Ejecutando los siguientes gestos quirúrgicos (48,87,149):

5.6.3.4. Tenotomía extensora

Cuando la actuación requiera actuar sobre el ELD y el ECD, la incisión con una hoja de bisturí 64 MIS, se realizará medial al ELD a nivel de la AMTF (Figura 42).

Se coloca el bisturí subcutáneo, con el corte a distal, posicionándose sobre el ELD. Se gira hacia plantar, a la vez que la mano pasiva ejerce un movimiento de flexión del dedo y con un movimiento hacia plantar se corta el tendón.

Hecha esta maniobra se avanza hasta situar el bisturí hacia lateral colocándose encima del ECD, y con los mismos movimientos descritos, se procede a seccionarlo (Figura 43).

En el caso que se requiera una menor corrección, la incisión se hace a la altura de la FP, aprovechando la unión anatómica del ECD y ELD. Se aloja el bisturí subcutáneamente y encima del tendón ejecutando los movimientos necesarios para tenotomizar ambos (Figura 40 y 41).

5.6.3.5. Tenotomía flexora

Ligeramente proximal al pliegue digital, por la parte plantar, se hace una punción hasta alcanzar la base de la FP.

La mano pasiva fuerza el dedo en extensión a la vez que se imprime un movimiento de corte sobre el FLD y FCD (Figura 44 y 45).

5.6.3.6. Capsulectomías

Cuando existe retracción de la cápsula de la AMTF y está contribuye a mantener la deformidad, se procede a la realización de una capsulectomía dorsal.

Se utiliza la misma vía de acceso proximal para la tenotomía del ELD, se localiza con el fluoroscopio la línea articular y se incide perpendicularmente hasta alojar la hoja de bisturí dentro de la articulación, desde esta posición se procede a cortar la cápsula en dirección medial y lateral, hasta comprobar que ha cedido la tensión.

Este cambio de protocolo de actuación, al realizar primeramente las ODI, nos permite en un elevado porcentaje de casos, no tener que ejecutar gestos quirúrgicos sobre partes blandas, manteniendo intacto el complejo flexo extensor del dedo y las estructuras pasivas, mejorando la recuperación postquirúrgica, al lograr no interferir en la movilidad digital, siendo este uno de los motivos de este estudio.

5.6.4. Vendajes

La ODI en sí misma es estable por lo que el objetivo de los vendajes externos será ayudar al cierre de las cuñas realizadas manteniendo el segmento óseo en su nueva posición, inmovilizar las superficies osteotomizadas y que estas permanezcan en contacto continuo.

Los vendajes se realizarán con tiras adhesivas hipoalérgicas, de tejido no tejido (non woven), de 2,5 centímetros de ancho. Un lado se abre mediante un corte longitudinal, estos dos extremos libres se utilizarán a modo de abrazadera sobre el dedo (127).

Se utilizarán tantas tiras como sean necesarias generando vectores de fuerzas encontrados hasta conseguir la correcta realineación del dedo. Se colocan en dirección a la apertura de la cuña pudiendo estar orientadas hacia dorsal, plantar o lateral según haya sido diseñado el efecto de corrección de la ODI. Colocadas las fijaciones de los dedos se ferulizan entre sí creando sindactilias.

El vendaje se comienza fijando la primera tira desde dorsal a modo de corbata en la FP y adherida en plantar, su objetivo es crear un primer vector de fuerza plantar flexionador que produzca el cierre de la osteotomía realizada en la base de la FP (Figura 54,55,56).

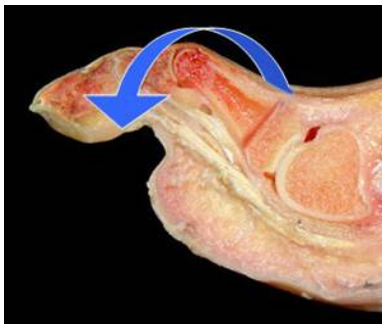


Figura 54. Efecto primera tira

Fuente E. Nieto Podólogos

Figura 55. Colocación dorsal primera tira

Fuente: E. Nieto Podólogos

Figura 56. Colocación plantar primera tira

Fuente: E. Nieto Podólogos

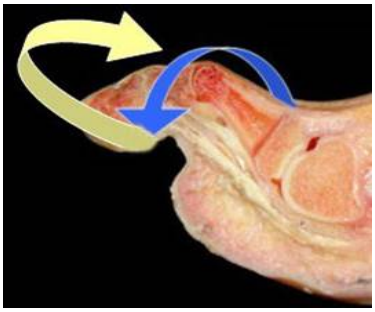


Figura 57. A la izquierda, efecto segunda tira

Fuente E. Nieto Podólogos

Figura 58. A la derecha, colocación segunda tira

Fuente: E. Nieto Podólogos

A continuación se coloca una segunda tira abrazada en la zona plantar de la FM y adherida en la parte dorsal del pie. El efecto será crear un efecto dorsiflexor que cerrará la osteotomía creada en la FM (Figura 57,58,59,60).

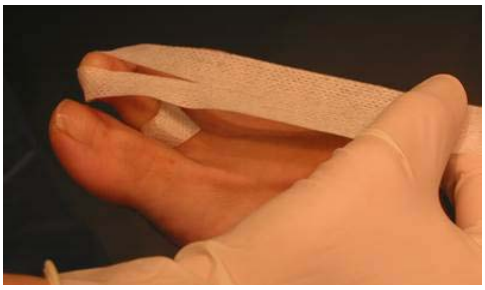


Figura 59. A la izquierda, colocación segunda tira

Fuente: E. Nieto Podólogos

Figura 60. A la derecha, colocación segunda tira

Fuente: E. Nieto Podólogos

Seguidamente se adapta una tercera tira sobre la AIFP en dirección plantar para compactar y realinear los vectores de fuerzas creados con los dos vendajes anteriores.

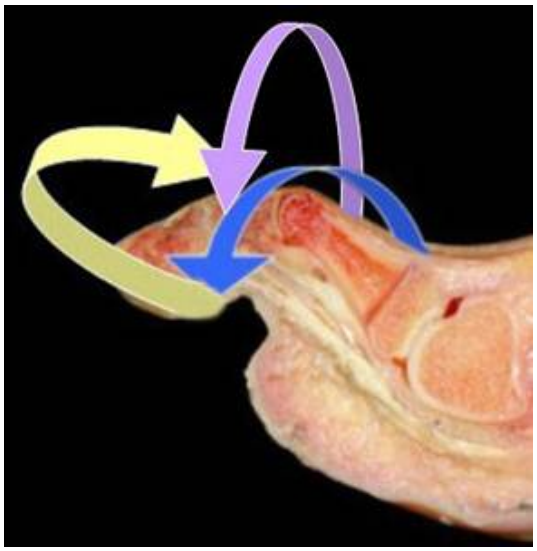


Figura 61. Efecto tercera tira

Fuente E. Nieto Podólogos

Figura 62. Colocación tercera tira

Fuente: E. Nieto Podólogos

Figura 63. Colocación tercera tira

Fuente: E. Nieto Podólogos

Estabilizadas y cerradas las ODI con las tres tiras, se procede a realizar sindactilias entre los dedos y se finaliza el vendaje con una cobertura de revestimiento de mediopie. La deambulación, que será inmediata, se hará con una zapatilla postquirúrgica de suela rígida.

En los casos que se haya ejecutado una multicirugía de antepié, deben realizarse los vendajes de cada segmento de forma individualizada y posteriormente se fijan uno con otro mediante sindactilias, obteniendo como resultado final un vendaje compacto de aspecto uniforme como si de un vendaje único se tratara.

Se mantendrán durante el tiempo que dure la consolidación primaria, con cambios semanales (150) y controles fluoroscópicos en los diferentes planos del espacio comprobando la adecuada posición de las técnicas ejecutadas.

5.7 Resumen de las variables del estudio

Para hacer la selección de variables de este estudio y su análisis posterior, se han considerado los siguientes apartados:

- Revisiones. Pacientes que han acudido a los sucesivos controles posquirúrgicos y a las revisiones a los 6 y 12 meses.
- Distribución por dedos. En las intervenciones se ha podido actuar quirúrgicamente en uno o en varios dedos, para corregir las patologías que presentaba cada caso, se analiza su distribución.
- Tenotomías realizadas. Con objeto de poder averiguar si se precisan o no tenotomías cuando se aplican técnicas ODI. Obtenemos con este dato las variables que puedan determinar esta circunstancia.
- Número de dedos operados. Nos proporciona las variables de los dedos que han sido necesario corregir, independientemente del número de osteotomías incompletas que se haya hecho en cada uno de ellos.
- Efectividad correctora. Consideramos que la efectividad correctora ha sido satisfactoria, cuando las osteotomías digitales Incompletas consiguen su objetivo corrector.
- La consideramos insatisfactoria cuando se ha producido una rotura de la cortical que debería quedar intacta, bien sea durante la intervención o en el proceso postoperatorio. Independientemente de esta circunstancia el resultado puede ser óptimo.
- Complicaciones. Se han valorado todas aquellas circunstancias que se han podido producir por el hecho de haber realizado la técnica ODI y que no estaban previstas como son:
    - Desplazamientos fragmentarios. Al producirse una rotura intra o postquirúrgica los fragmentos resultantes se han desplazado
    - Retraso de consolidación. Cuando se produce la osificación de los fragmentos en un tiempo superior a los 45 días.
    - Callo óseo hipertrófico. La aparición de un callo óseo de reparación de mayor tamaño de lo habitual.

- No unión. Cuando no se visualiza fluoroscópicamente callo óseo y existe movilidad de sus fragmentos. Transcurrido entre seis meses y un año de la intervención.
- No corrección satisfactoria. Aquellos casos en las que las técnicas ODI o su ejecución, no han conseguido el objetivo corrector de la deformidad.

De los apartados expuestos anteriormente, obtenemos las variables que se han tenido en cuenta en este estudio:

5.7.1. Variables sociodemográficas:

- Edad
- Sexo
- Lateralidad (derecho, izquierdo)
- Fórmula digital
- Enfermedad base (diabetes, artritis reumática)

5.7.2. Variables cualitativas:

- Revisión del paciente al cabo de 6 meses de la intervención
- Revisión del paciente al cabo de un año de la intervención
- ODI primer dedo
- ODI segundo dedo sin tenotomías
- ODI segundo dedo con tenotomías
- Tenotomías segundo dedo
- ODI tercer dedo sin tenotomías
- ODI tercer dedo con tenotomías
- Tenotomías tercer dedo
- ODI cuarto dedo sin tenotomías
- ODI cuarto dedo con tenotomías
- Tenotomías cuarto dedo
- ODI quinto dedo sin tenotomías
- ODI quinto dedo con tenotomías
- Tenotomías quinto dedo

5.7.3. Variables cuantitativas:

- Número de dedos operados simultáneamente
- Numero pies operados HV
- Número pies operados de 2º a 5º
- Número pies operados solamente con ODI
- Número de pies operados solo con tenotomías
- Número de pies operados con ODI asociado a tenotomías
- Número de pies operados con ODI con y sin tenotomías
- Puntuación AOFAS preoperatoria
- Puntuación AOFAS 6 meses
- Puntuación AOFAS 12 meses
- Puntuación AOFAS por parejas dedos operados de 2º a 5º
- Número de roturas de las ODI intraoperatorias
- Número de roturas de las ODI posoperatorias
- Número de complicaciones en las ODI por desplazamientos fragmentarios
- Número de complicaciones en las ODI por retraso de consolidación
- Número de complicaciones en las ODI por callo óseo hipertrófico
- Número de complicaciones en las ODI por no unión
- Número de complicaciones en las ODI por no corrección satisfactoria
- Tiempo de recuperación desde la intervención
- Riesgo de complicaciones por paciente en relación al número de dedos operados
- Número callos hipertróficos en relación al número de dedos operados
- Número desplazamientos en relación al número de dedos operados
- Número retraso de consolidación en relación al número de dedos operados

5.8. Análisis estadísticos

El análisis estadístico de las distintas variables se realizó mediante el programa SPSS v.24 (IBM, Chicago, IL, USA). Los datos de variables continuas y las puntuaciones del cuestionario AOFAS se expresan en medias y desviaciones estándar. Para realizar las comparaciones de las variables continuas entre grupos de ODI, con y sin tenotomía, se utilizó el test de la t de Student para muestras independientes asumiendo una variabilidad desigual, o el test no-paramétrico de Mann-Withney dependiendo del tamaño de la muestra y la prueba χ^2. Las diferencias en la frecuencia de aparición de complicaciones y eventos adversos en los grupos de ODI, con y sin tenotomía, se analizó mediante el test de Fisher. El nivel de probabilidad (el valor de p) fue considerado estadísticamente significativo para valores <0,05.

Para el estudio estadístico multivariante se ha construido un modelo de regresión logística binaria con las variables sexo, edad, nº de dedos intervenidos y tipo de cirugía. Utilizando el Test de Hosmer y Lemeshow para ver la bondad de los datos.

Y para determinar el nivel de acierto del modelo predictivo, la curva ROC (Receiver Operating Characteristic) del modelo logístico.

5.9. Aspectos éticos.

La aprobación ética se obtuvo del Comité de Ética en Investigación de la Universidad de Extremadura, Ref. 102/2007 (Ver Anexo 9). Este estudio y la práctica clínica se llevaron a cabo de acuerdo con los principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos (Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial).

6. RESULTADOS

6.1. Análisis descriptivo de la edad de los pacientes operados

La media de edad de los pacientes en el momento de la intervención es de 58,39, con una desviación típica de 12,59. La edad mínima es de 23 años y una máxima de 84 años (Figura 64).

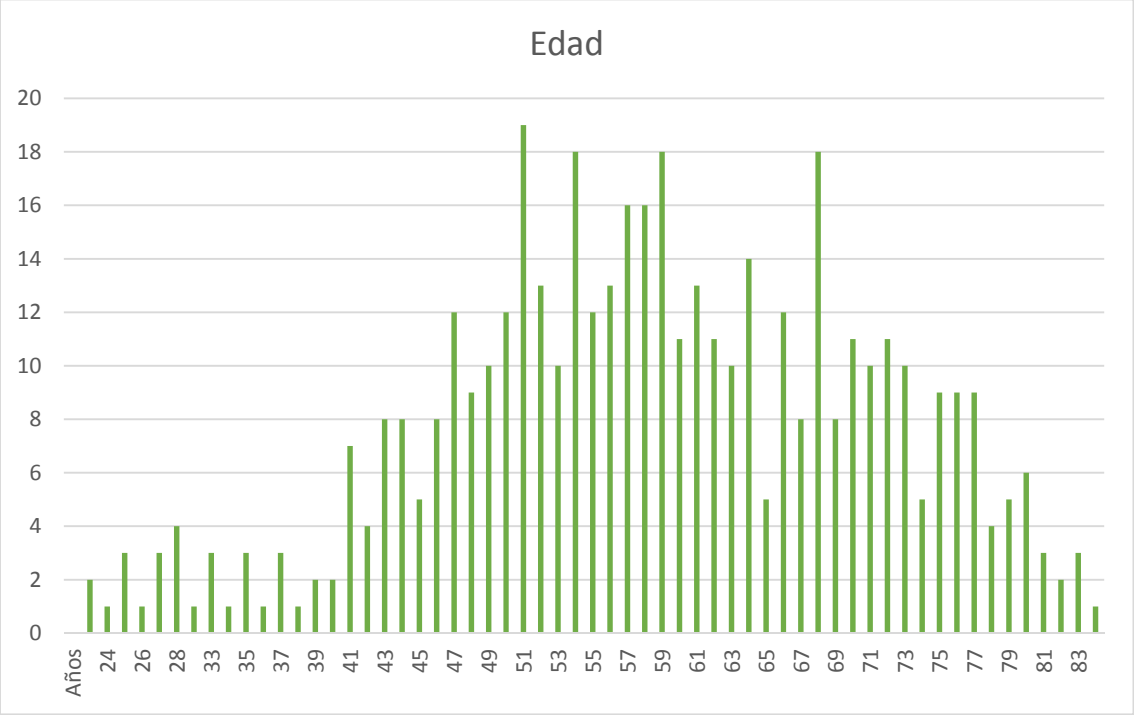


Figura 64. Frecuencia de edad de los pacientes

6.2. Análisis descriptivo del pie

Se intervinieron 216 pies izquierdos y 241 derechos (Figura 65).

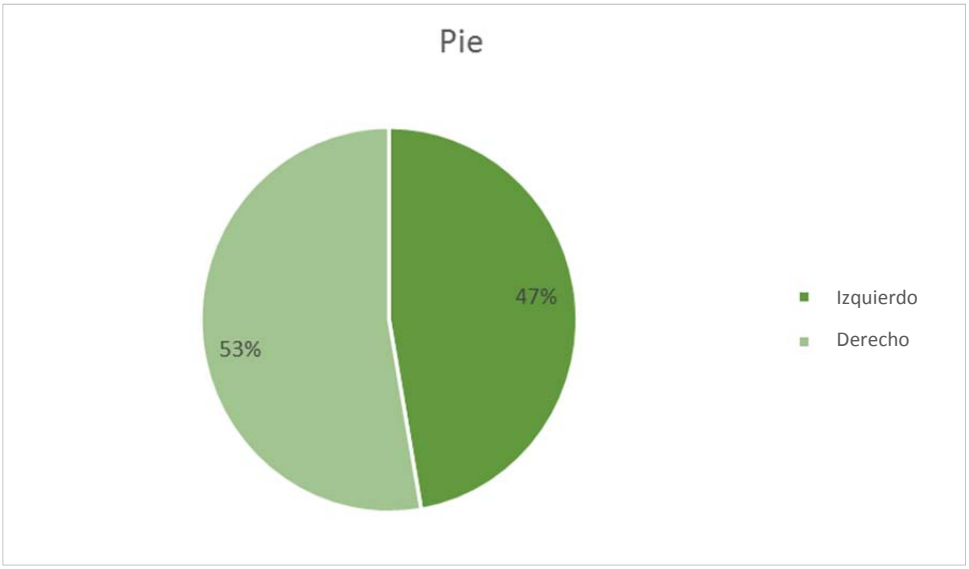


Figura 65. Pie Intervenido

6.3. Análisis descriptivo del sexo

De los cuales, 28 fueron hombres y 429 mujeres (Figura 66).

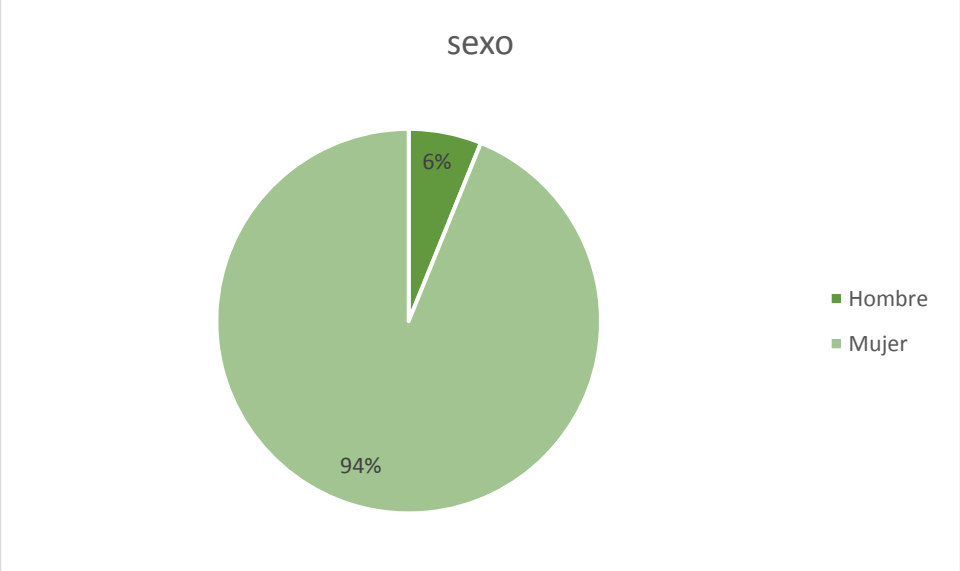


Figura 66. Porcentaje del sexo de los pacientes

6.4. Análisis descriptivo enfermedad de base

Del total de pacientes, 416 no presentaban ninguna enfermedad base, 30 padecían diabetes y 11 procesos artríticos (Figura 67).

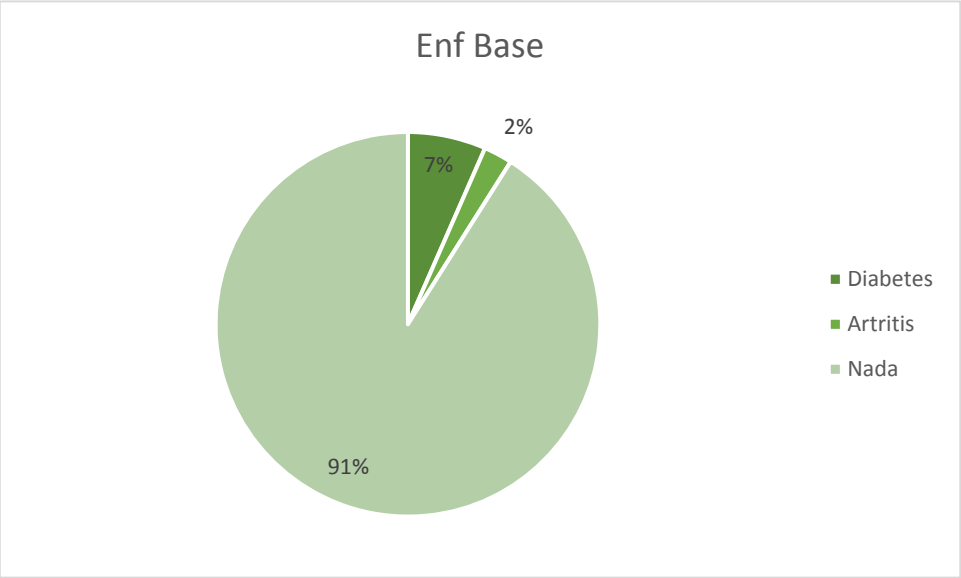


Figura 67. Enfermedades base que tienen los pacientes

6.5. Análisis descriptivo de la fórmula digital

De los 457 pies, 122 tenían como fórmula digital un pie egipcio, 22 un pie griego y 108 un pie cuadrado (Figura 68).

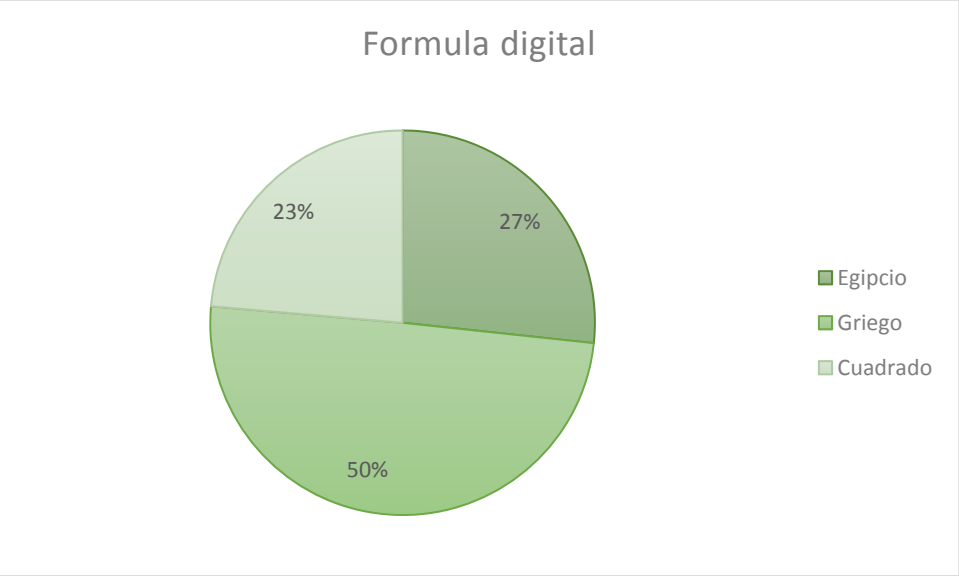


Figura 68. Fórmula digital

6.6. Análisis descriptivo de los dedos operados

6.6.1. Análisis de los dedos operados de 1º a 5º

Tabla 1. Análisis de los dedos operados de 1º a 5º

		Frecuencia	Porcentaje
ODI	Dedo 1º	96	21,0
	Dedo 2º a 5º	361	79,0

A partir de la tabla 1 se observa que de los 457 pies operados, mayoritariamente, en 361 casos, se realizaron técnicas ODI en los dedos 2º, 3º, 4º o 5º. Operándose exclusivamente el primer dedo en 96 ocasiones.

La representación gráfica mediante el diagrama de barras es la siguiente (Figura 69):

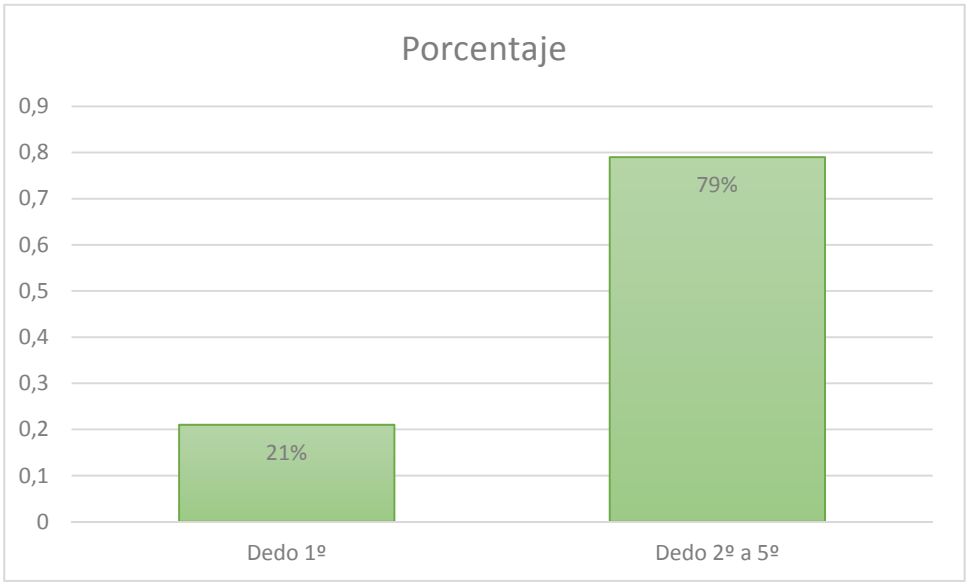


Figura 69. Dedos operados de 1º a 5º

6.6.2. Análisis descriptivo de la distribución de dedos operados de 1º a 5º

En las 457 intervenciones se operaron 1041 dedos de 1º a 5º, independientemente del número de ODI que se hayan realizado, pudiendo observar en la tabla 2 la frecuencia de distribución según el dedo operado.

Tabla 2. Frecuencia de dedos operados

		N	Porcentaje
Validos	HAV	403	88,00%
	2º DEDO	303	66,20%
	3º DEDO	154	33,60%
	4º DEDO	151	33,00%
	5º DEDO	30	6,60%
	Total	**1041**	**100**

La representación gráfica mediante el diagrama de barras es la siguiente (Figura 70):

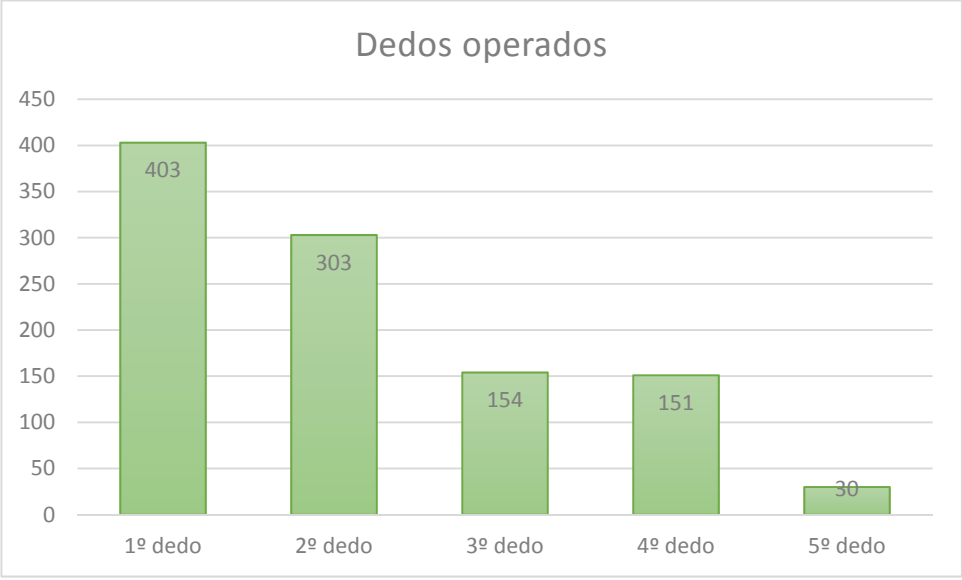


Figura 70. Dedos operados

6.6.3. Análisis de los dedos operados de 2º a 5º

De las 457 intervenciones y 1041 dedos operados, se han intervenido 638 dedos de 2º a 5º.

Para conseguir la corrección de la patología de los 638 dedos operados de 2º a 5º. Se han utilizado tres tipos de técnicas:

- Técnica 1: solamente se practican ODI.
- Técnica 2: solamente se practican tenotomías.
- Técnica 3: se asocian ODI con tenotomías.

Tabla 3. Cirugías de 2º a 5º según las técnicas realizadas

	Cirugía de los 638 dedos según las técnicas realizadas			
	TÉCNICA 1 Solo ODI	**TÉCNICA 2 Tenotomías**	**TÉCNICA 3 ODI con tenotomías**	**TOTALES**
2º dedo	174	8	121	303
3º dedo	106	0	48	154
4º dedo	86	3	62	151
5º dedo	19	2	9	30
TOTAL	385	13	240	638

En la tabla 3, podemos observar que de las tres técnicas empleadas para la corrección de los 638 dedos operados de 2º a 5º, en 385 casos, se utiliza la Técnica 1, en la que solo se practican ODI.

6.6.4. Análisis descriptivo del segundo dedo operado según el tipo de técnica realizada

De los 638 dedos operados de 2º a 5º, se ha intervenido el segundo dedo en 303 ocasiones. Realizando exclusivamente osteotomías digitales incompletas en 174, solamente tenotomías en 8 casos y la combinación de ODI con tenotomías en 121 casos.

La representación gráfica mediante el diagrama de barras, es la siguiente (Figura 71):

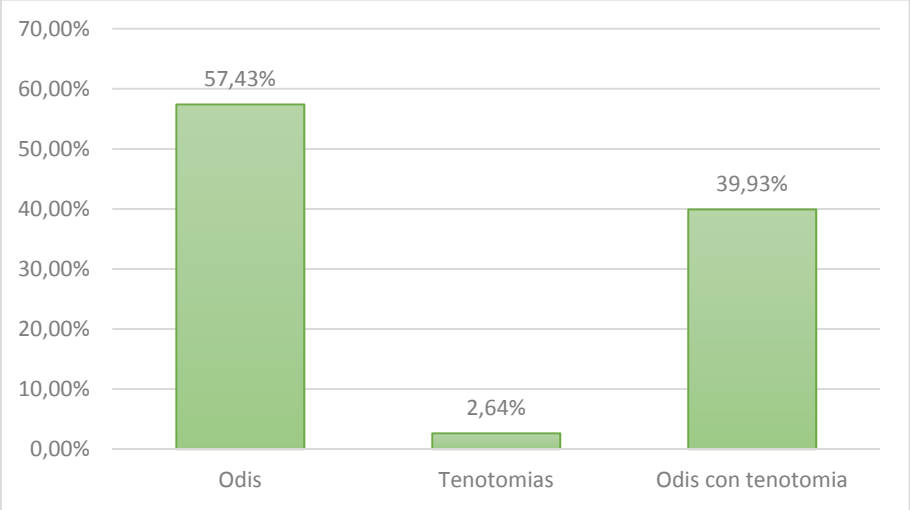


Figura 71. Clasificación del 2º dedo operado según el tipo de técnica realizada

6.6.5. Análisis descriptivo del tercer dedo operado según el tipo de técnica realizada

En 154 ocasiones se intervino el tercer dedo, ejecutando exclusivamente osteotomías incompletas en 106 y combinando osteotomías con tenotomías en 48 ocasiones.

Su representación en diagrama de barras es la siguiente (Figura 72):

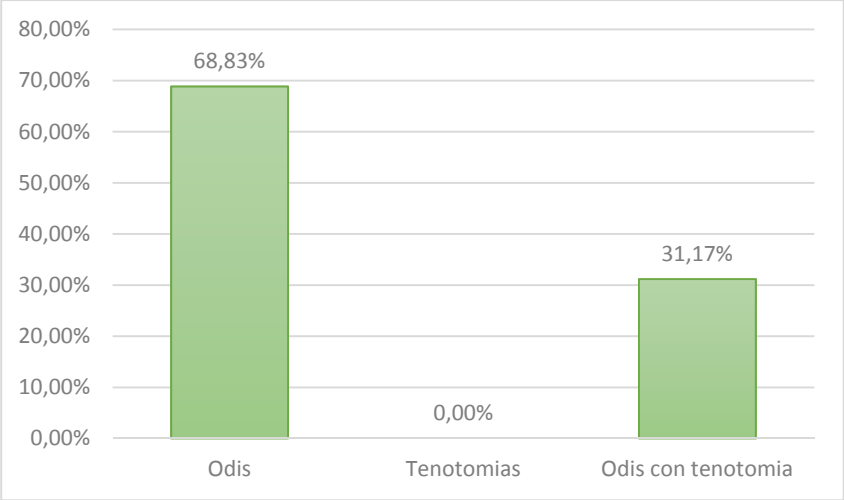


Figura 72. Clasificación del 3º dedo operado según el tipo de técnica realizada

6.6.6. Análisis descriptivo del cuarto dedo operado según el tipo de técnica realizada

En 151 ocasiones se intervino el cuarto dedo, ejecutándose solamente tenotomías en 3 ocasiones, exclusivamente osteotomías incompletas en 86 y combinando osteotomías y tenotomías en 62 casos (Figura 73):

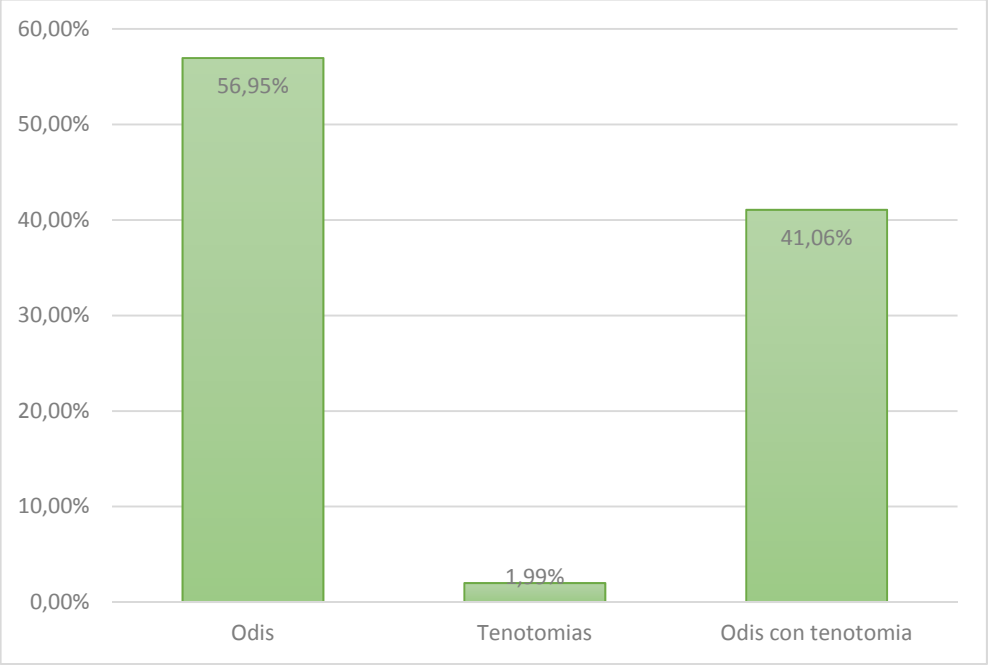


Figura 73. Clasificación del 4º dedo operado según el tipo de técnica realizada

6.6.7. Análisis descriptivo del quinto dedo operado según el tipo de técnica realizada

En el quinto dedo se realizaron 30 cirugías, ejecutando exclusivamente osteotomías incompletas en 19 casos, solamente tenotomías en 2 ocasiones y combinando osteotomías incompletas con tenotomías en 9.

Siendo su diagrama de barras el siguiente (Figura 74):

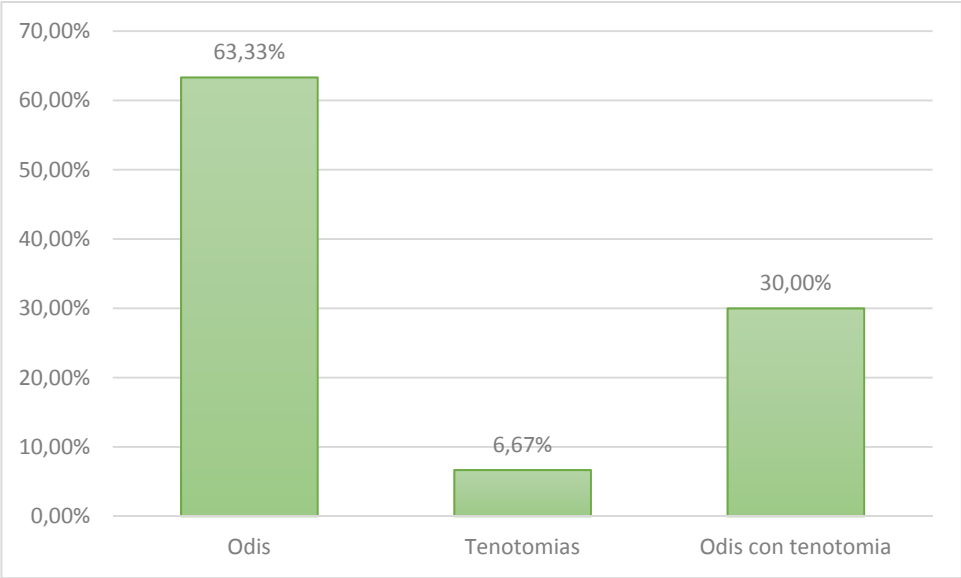


Figura 74. Clasificación del 5º dedo operado según el tipo de técnica realizada

6.7. Análisis descriptivo de la frecuencia del número de dedos operados simultáneamente por paciente

En las gráficas anteriores se analizan las técnicas que han sido necesarias para conseguir la corrección de cada dedo de forma individual.

En muchas ocasiones las patologías digitales de los **457 pies** operados, se presentan en varios dedos, precisando actuaciones conjuntas en más de un dedo.

Circunstancia que se puede observar examinando la frecuencia de dedos operados simultáneamente.

Tabla 4. Frecuencia dedos operados simultáneamente por paciente

		Frecuencia	Porcentaje
Válidos	Un dedo	120	26,26
	Dos dedos	167	36,54
	Tres dedos	92	20,14
	Cuatro dedos	72	15,75
	Cinco dedos	6	1,31
	Total	**457**	**100**

Siendo la representación en el diagrama de barras la siguiente (Figura 75):

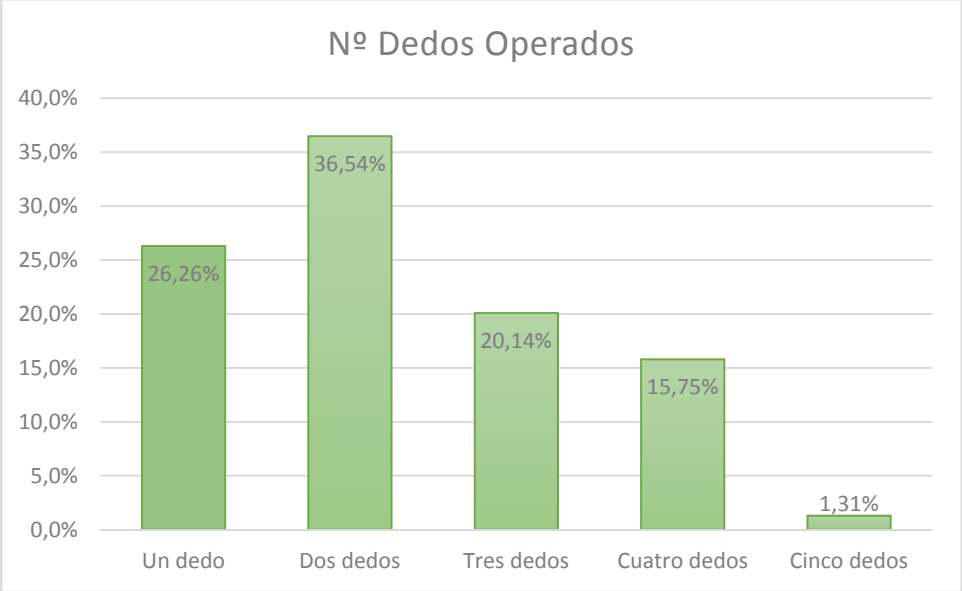


Figura 75. Frecuencia dedos operados simultáneamente por paciente

De la tabla anterior podemos observar que en 120 ocasiones se ha operado exclusivamente un dedo y en 337 pacientes se han operado varios dedos simultáneamente.

Siendo la actuación simultánea más frecuente la intervención de dos dedos a la vez, en 167 casos.

6.8. Análisis descriptivo por grupos, según la cirugía realizada

Hasta ahora el análisis de las correcciones digitales se ha hecho de forma individual a través de las tres técnicas descritas.

Pero como se puede observar en la tabla anterior, de los 457 pies operados, en 337 casos se ha tenido que actuar en varios dedos simultáneamente. Pudiéndose dar la circunstancia que en un mismo pie se hayan tenido que utilizar técnicas diferentes para conseguir la corrección de los dedos operados.

Por este motivo y con el objetivo de hacer más comprensibles los análisis descriptivos, clasificaremos los 457 pies intervenidos en 5 grupos, basándonos en la combinación de las correcciones digitales que se han utilizado:

- Grupo 1: Solamente se ha actuado sobre el primer dedo - HAV.
- Grupo 2: Todos los dedos intervenidos se han corregido exclusivamente con ODI.
- Grupo 3: Todos los dedos intervenidos se han corregido con tenotomías.
- Grupo 4: Todos los dedos intervenidos se han corregido solamente con ODI y tenotomías adicionales.
- Grupo 5: Unos dedos se han corregido con ODI y otros con ODI asociados a tenotomías. Grupo que denominaremos ODI COMBINADAS.

Tabla 5. Grupos según tipo de cirugía realizada

	Frecuencia	Porcentaje
Grupo 1: Exclusivamente HAV	96	21,00
Grupo 2: ODI	129	28,23
Grupo 3: TENOTOMIAS	3	0,66
Grupo 4: ODI CON TENOTOMIAS	94	20,57
Grupo 5: ODI COMBINADAS	135	29,54
Total	**457**	**100**

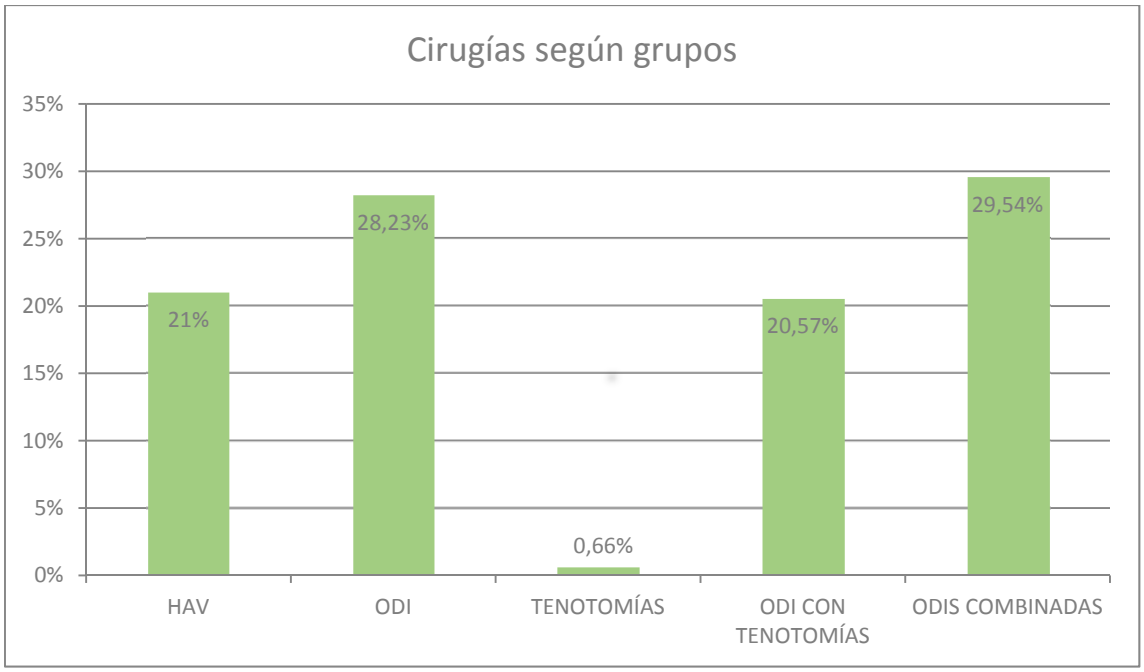


Figura 76. Cirugías según grupos

De los 457 pies intervenidos y según los 5 grupos creados, en 96 pies se operó el HAV, realizando una ODI (osteotomía de Akin, aunque en ningún caso se utilizan como técnicas complementarias las tenotomías flexo – extensoras). En 3 pies se utilizó para la modificación de los dedos solamente tenotomías, sin osteotomías correctoras. En 135 se combinaron en unos dedos ODI y en otros ODI con tenotomía para la alineación del mismo pie.

Motivo por el cual ninguno de estos tres grupos, nos proporciona información de utilidad al planteamiento de este estudio, que es valorar los resultados que se consiguen al ejecutar solamente ODI u ODI asociadas a tenotomías.

Por tanto, para poder hacer los siguientes análisis estadísticos y comprobar la hipótesis y objetivos de este estudio, se seleccionan las cohortes, donde la cirugía realizada a todos los dedos se ha hecho con ODI con tenotomía u ODI sin tenotomía.

El total de pies intervenidos en ambos grupos, que cumplen los criterios establecidos, es de 223. Habiéndose operado un total de 556 dedos (dedos ODI n= 338; dedos ODI con tenotomías n= 218) siendo el total de ODI realizadas de 723.

Quedando establecidas las cohortes que se van a someter a estudio comparativo de la siguiente manera:

- **COHORTE 1:**

  129 casos a los que se realizaron ODI sin tenotomías.

- **COHORTE 2:**

  94 casos donde se combinó ODI con tenotomía extensora y / o flexora.

6.8.1. Descripción de la muestra de las cohortes 1 y 2

En la tabla 6 se puede observar los datos demográficos y clinopatológicos de la muestra con una media de edad de para la cohorte 1 de 59,6 ± 11,5, versus 59,5 ± 11,3 para la 2º. Con respecto al sexo el porcentaje de hombres operados fue de 3.9% versus 6,4% y en mujeres 96,1% versus 93,6%.

El 51,9% versus 54,3% fueron pies derechos y el 48% versus 45,7% izquierdos.

Con respecto a la enfermedad base, en la cohorte 1 hubo 6 pacientes diabéticos y 10 en la 2. Pacientes reumáticos en el grupo 1 hubo 2 y en el segundo 4.

No encontrándose diferencias significativas en cuanto a edad, pie operado y enfermedad base.

Tabla 6. Características demográficas y clínico patológicas de los pacientes de ambas cohortes

Características	**Cohorte 1** **ODI** (n=129)	**Cohorte 2** **ODI + Tenotomía** (n=94)	Significancia
Edad (media ± SD)	59,61 ± 11,5	59,50 ± 11,3	0.358*
Sexo, n (%)			
Hombre	5(3,9%)	6(6,4%)	0.533**
Mujer	124(96,1%)	88(93,6%)	
Lateralidad, n (%)			
Derecho	67(51,9%)	51(54,3%)	0.786**
Izquierdo	62(48,1%)	43(45,7%)	
Enfermedades asociadas			
Diabetes	6(75%)	10(71,4%)	0.115**
Artritis reumática	2(25%)	4(28,6%)	0.242**

(*)Unpaired T; (**) Prueba de chi-cuadrado

6.8.2. Frecuencia de dedos operados en las cohortes 1 y 2

De los 223 pies, el total de dedos operados fue de 556 dedos, distribuyéndose de la siguiente manera Cohorte 1, ODI n = 338, Cohorte 2, ODI con tenotomía, n = 218. (tabla7)

Tabla 7. Tabla de contingencia frecuencia de dedos operados en ambas cohortes

			Cirugía PURA		Total
			Cohorte 1	Cohorte 2	
Nº dedos operados de 2º a 5º	2	Recuento	72	71	143
		% del total	32,3%	31,8%	64,1%
	3	Recuento	36	17	53
		% del total	16,1%	7,6%	23,8%
	4	Recuento	19	5	24
		% del total	8,5%	2,2%	10,8%
	5	Recuento	2	1	3
		% del total	,9%	,4%	1,3%
Total		Recuento	129	94	223
		% del total	57,8%	42,2%	100,0%

Siendo su representación gráfica la siguiente (Figura 77):

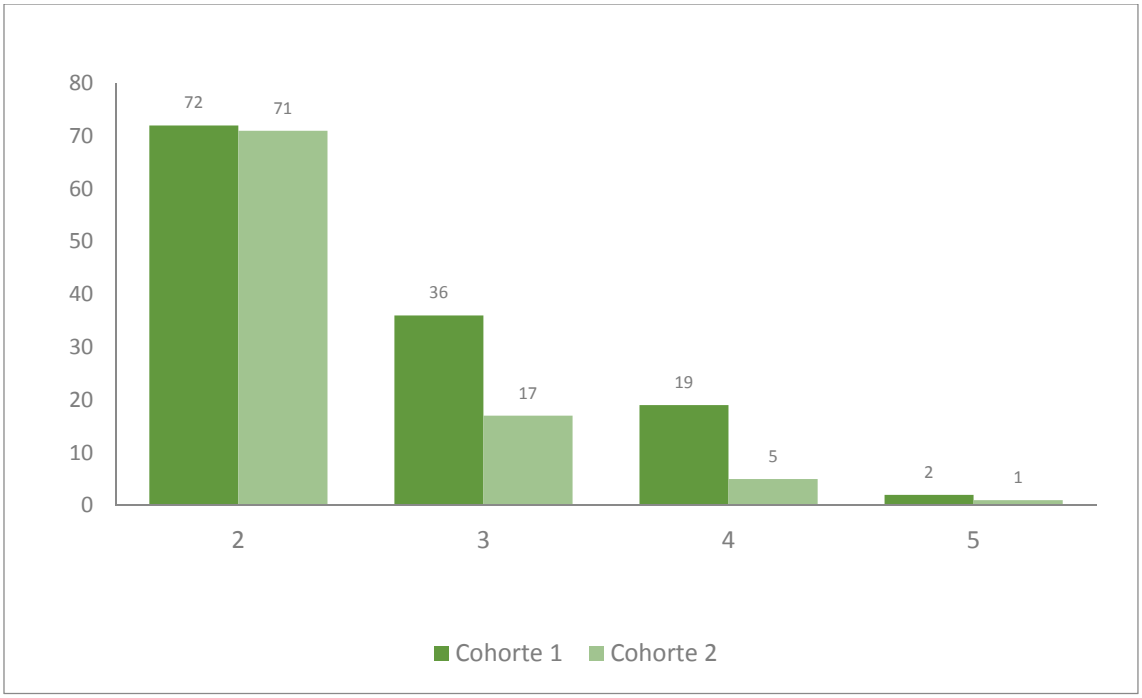


Figura 77. Frecuencia de dedos operados en ambas cohortes

6.8.3. Frecuencia del número de ODI por pie en las cohortes 1 y 2

En los 223 pies operados se han necesitado 723 osteotomías incompletas, para la corrección de las desalineaciones digitales, distribuyéndose de la siguiente manera:

Cohorte 1 ODI, n = 436

Cohorte 2 ODI tenotomía, n = 287.

En la siguiente tabla de contingencia se puede observar el número de ODIS que se han asociado simultáneamente en cada pie. Siendo 2 - 3 osteotomías, el número de que con más frecuencia se han realizado en un mismo pie (Tabla 8).

Tabla 8. Tabla de contingencia de la frecuencia del nº de osteotomías digitales incompletas en ambas cohortes

			Cohortes		
			ODI	ODI + Tenotomía	Total
Nº total ODI por pie	1	Recuento	1	0	1
		% del total	0,4%	0,0%	0,4%
	2	Recuento	37	25	62
		% del total	16,6%	11,2%	27,8%
	3	Recuento	39	49	88
		% del total	17,5%	22,0%	39,5%
	4	Recuento	30	14	44
		% del total	13,5%	6,3%	19,7%
	5	Recuento	12	4	16
		% del total	5,4%	1,8%	7,2%
	6	Recuento	7	0	7
		% del total	3,1%	0,0%	3,1%
	7	Recuento	2	2	4
		% del total	,9%	,9%	1,8%
	8	Recuento	1	0	1
		% del total	,4%	0,0%	,4%
Total		Recuento	129	94	223
		% del total	57,8%	42,2%	100,0%

6.8.4. Resultados de la escala AOFAS en ambas cohortes

La puntuación media preoperatoria de AOFAS antes de la cirugía fue similar en ambas cohortes (53.5 ± 10.9 versus 53.4 ± 8.5 para ODI con tenotomía) (Tabla 9 – 10).

Tabla 9. Estadísticos descriptivos escala AOFAS cohorte solo osteotomías digitales incompletas

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
AOFASPRE	129	22	79	53,47	10,880
AOFAS6	124	79	98	93,59	3,381
AOFAS12	117	82	99	95,72	2,846
N válido	117				

Tabla 10. Estadísticos descriptivos escala AOFAS cohorte osteotomías digitales incompletas con tenotomías

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
AOFASPRE	94	22	79	53,44	8,521
AOFAS6	86	60	99	89,69	7,807
AOFAS12	70	62	98	92,53	6,843
N válido (según lista)	70				

Seis meses después de la cirugía, los casos operados solamente con ODI mostraron mejores puntuaciones de la escala AOFAS que los pacientes que recibieron una tenotomía asociada (93,6 ± 3,4 y 89,7 ± 7,8 respectivamente, prueba de Mann Whitney, Z = 3,146, p = 0,001) (Figura 78).

A los doce meses de la cirugía, ambos grupos siguen mostrando mejoría, aunque muestra una mejor recuperación, según los valores de AOFAS, la cohorte sin tenotomías (95.7 ± 2.8 para ODI sin tenotomía versus 92.5 ± 6.8; prueba de Mann Whitney, Z = 2.856, p = 0.001).

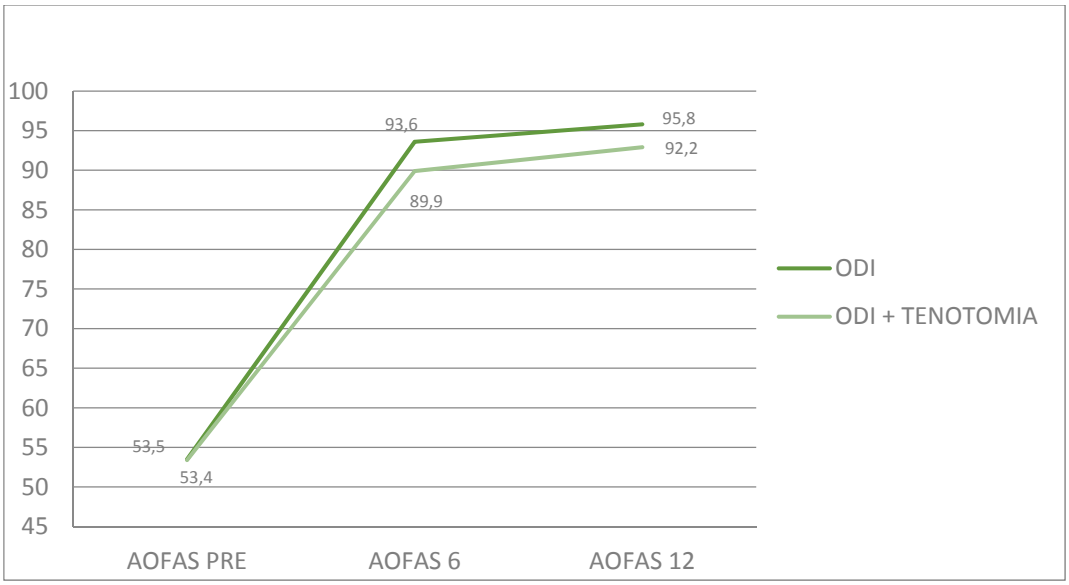


Figura 78. AOFAS de las dos cohortes durante los diferentes períodos de seguimiento

6.8.5. Comparación por parejas de número de dedos operados de 2º a 5º con respecto a la escala AOFAS a los 12 meses

La comparación por parejas de ambas cohortes muestra los siguientes datos (Tabla 11)

Tabla 11. Comparación por parejas de nº de dedos operados con respecto a la escala AOFAS a los 12 meses

Muestra1-Muestra2	Prueba estadística	Error típico	Desv. Prueba estadística	Sig.	Sig. ady.
3,000-2,000	5,022	8,950	,561	,575	1,000
2,000-4,000	-11,035	11,895	,928	,354	1,000
3,000-4,000	-16,056	13,058	-1,230	,219	1,000
5,000-3,000	76,235	31,340	2,433	,015	0,90
5,000-2,000	81,257	30,873	2,632	,008	,051
5,000-4,000	92,292	32,304	2,857	,004	,026

Siendo su representación gráfica la siguiente (Figura 79):

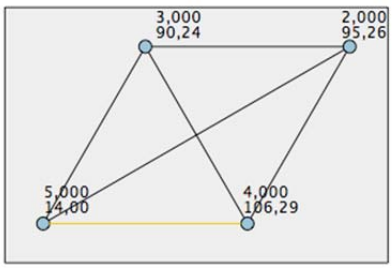


Figura 79. Comparación escala AOFAS a los 12 meses

Las puntuaciones AOFAS de las dos cohortes a los 12 meses de seguimiento según la cantidad de dedos operados, exclusivamente existen diferencias significativas en los casos en que se han operado simultáneamente 4-5 dedos (p value = 0,026). Aunque según se puede ver en la siguiente gráfica (Figura 80) que el grado de satisfacción de los pacientes según la escala AOFAS disminuye en todos los grupos de la comparación por parejas cuando se han realizado ODI con tenotomías.

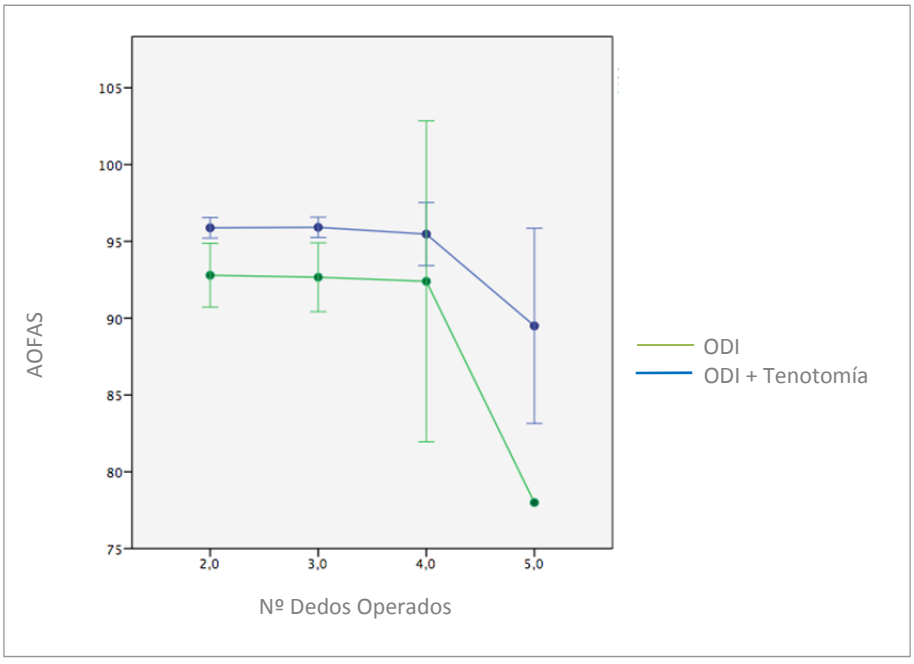


Figura 80. Puntuaciones AOFAS de las dos cohortes a los 12 meses de seguimiento según la cantidad de dedos operados

6.8.6. Complicaciones de los procedimientos quirúrgicos en ambas cohortes

El número de complicaciones relacionadas con la cirugía y el porcentaje de recurrencias con respecto al número de pies operados se resumen en la siguiente tabla (Tabla 12).

Tabla 12. Complicaciones de los procedimientos quirúrgicos en ambas cohortes

	ODI			ODI + Tenotomía			Prueba exacta de Fisher Significance	
	n	Pacientes (%) n=129	Procedimientos (%) n=436	n	Paciente (%) n=94	Procedimientos (%) n=287	Pacientes	Procedimientos
Rotura intraoperatoria	19	11.42	3.38	23	24.47	8.01	0.082	0.050
Rotura postquirúrgica	3	1.81	0.53	12	12.77	4.18	0.002**	0.002**
Desplazamiento	14	8.41	2.49	20	21.28	6.97	0.038*	0.003**
Retraso de consolidación	11	6.61	1.96	24	25,53	8.36	0.000‡	0.000‡
Callo hipertrófico	12	7.21	2.13	23	24,47	8.01	0.003**	0.002**
No unión	0	-	-	1	1,06	0.35	0.421	0.397
Sin Corrección	2	1.01	0.30	8	8.51	2.79	0.019*	0.017*

* $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, ‡ $P < 0.001$.

Los casos operados con ODI y tenotomía asociada mostraron una mayor tasa de complicaciones como retraso de consolidación de la osteotomía (25.5% versus 6.6%; p <0.01), callo hipertrófico (24.5% versus 7.2; p <0.001), rotura posoperatoria (12.8% versus 1.8%; p <0.01), desplazamiento (21.3% versus 8.4%; p <0.05) y falta de corrección (8.5% versus 1.0%; p <0.05). Y el único caso de no unión también se produjo en esta cohorte.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las dos cohortes con respecto a la rotura intraoperatoria de la pared cortical, aunque se produjo con más frecuencia en la cohorte ODI + Tenotomía. Ya que en los primeros 30 días, después de la cirugía, 3 falanges (2,3%) desarrollaron rotura en el grupo sin tenotomía y 12 (9.2%) en el grupo con tenotomía.

Tomando todos los efectos adversos juntos, el índice de complicaciones por paciente fue más del doble en los casos que las correcciones se hicieron con ODI asociada tenotomía (1.18 versus 0.47).

Al tomar como referencia el número de procedimientos realizados, los resultados de la tasa de complicaciones de las ODI asociadas a tenotomía fue de 38.6% (111/287), mientras que en los casos que se practicó exclusivamente ODI fue de 13.9% (61/436), lo que indica diferencias altamente significativas ($p < 0.0001$).

Al analizar el riesgo de complicaciones por paciente en relación con el número de dedos menores operados, las diferencias entre ambas cohortes fueron estadísticamente significativas, siendo más frecuentes en la cohorte de ODI con tenotomía (Figura 81).

En cada grupo, el porcentaje de aparición de callo hipertrófico (Figura 82), desplazamiento de los fragmentos óseos (Figura 83) y retraso de consolidación (Figura 84), aumentan cuanto mayor es el número de dedos operados. Este incremento es especialmente relevante cuando se intervienen 3 o 4 dedos simultáneamente.

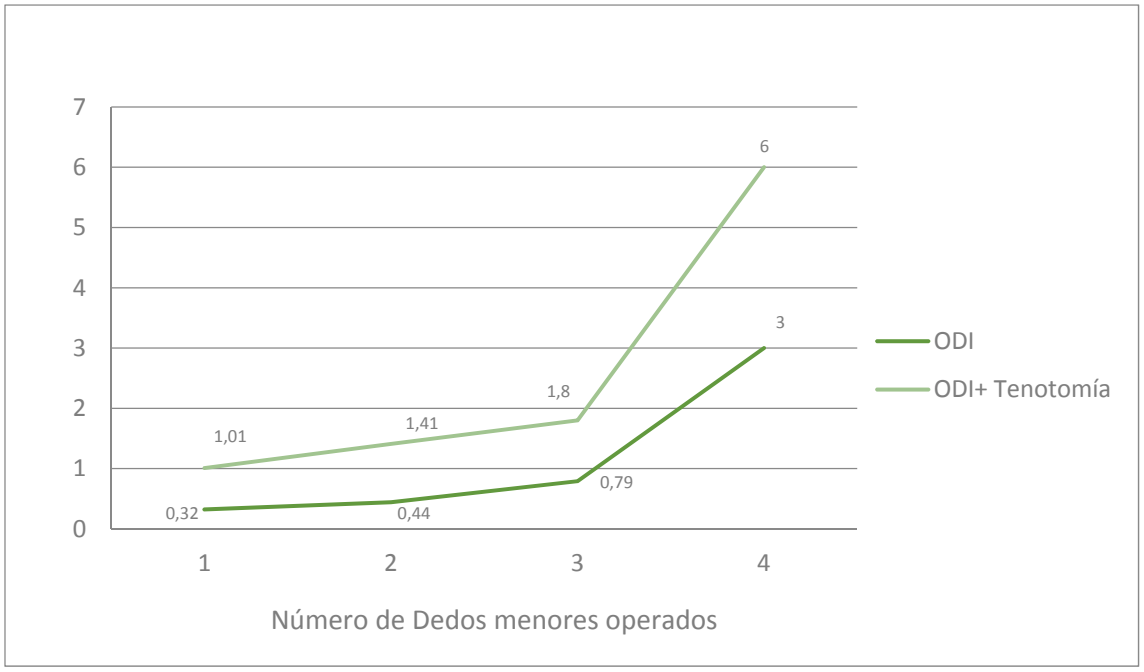


Figura 81. Riesgo de complicaciones por paciente en relación con el número de dedos operados

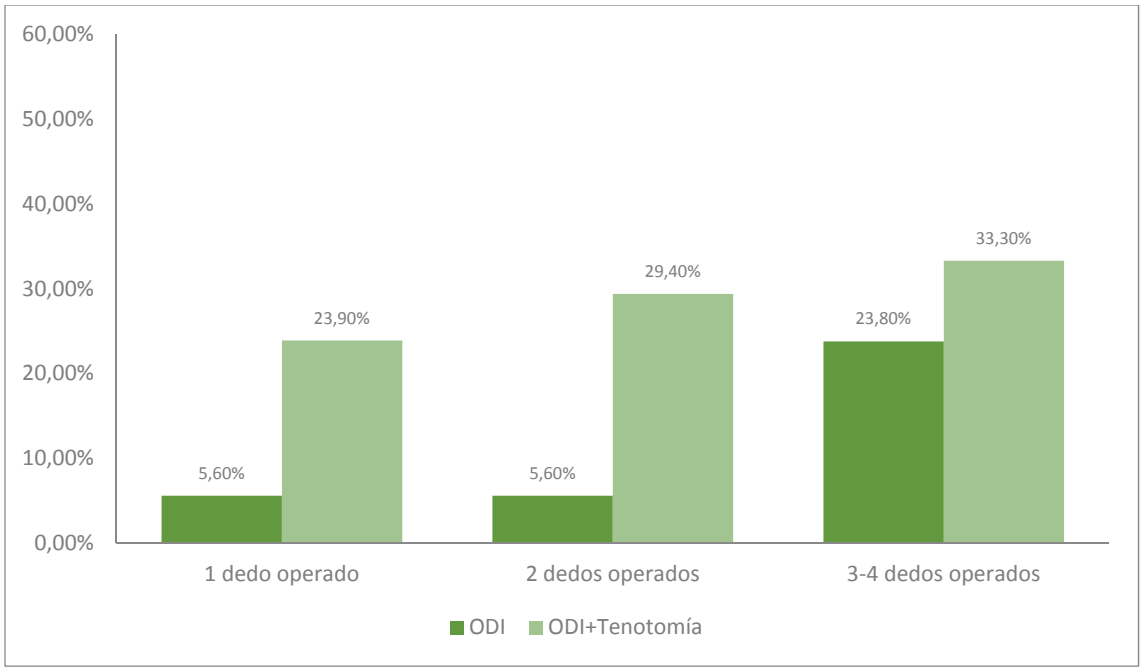


Figura 82. Callos hipertróficos en relación con el número de dedos operados

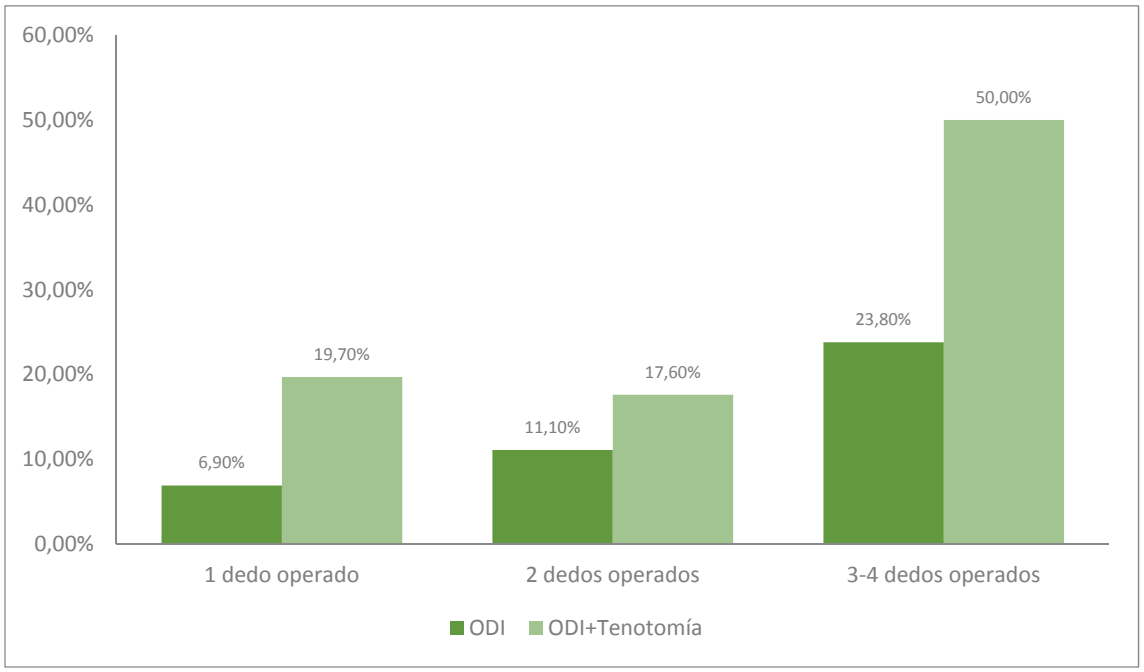


Figura 83. Desplazamientos fragmentos en relación con el número de dedos operados

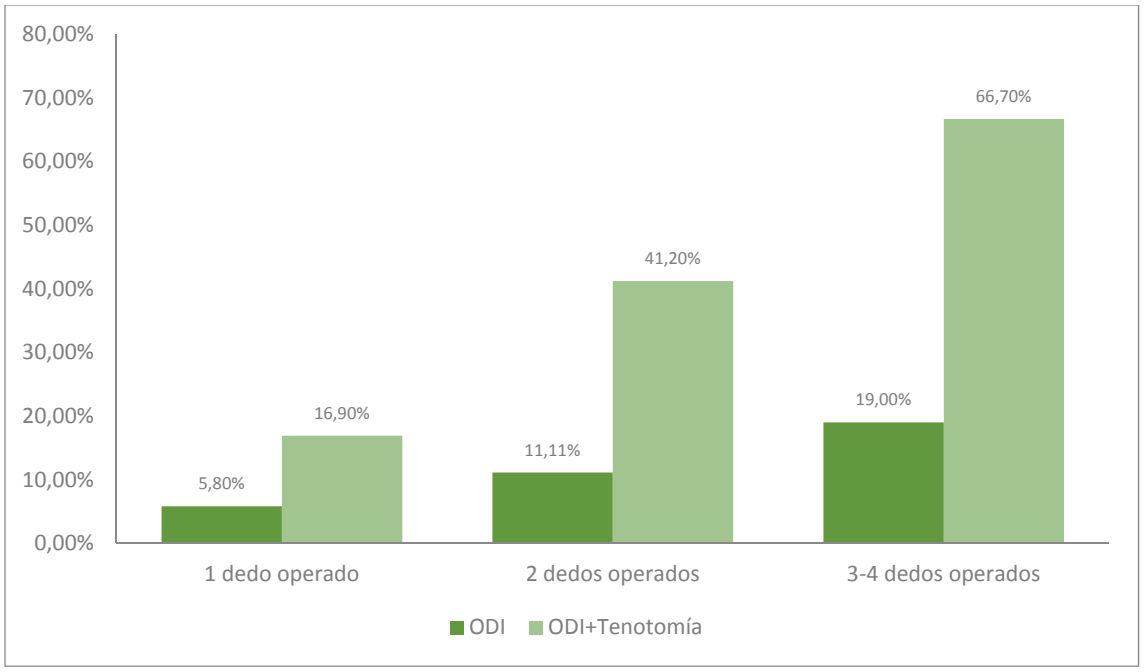


Figura 84. Retraso de consolidación en relación con el número de dedos operados

6.8.7. Análisis descriptivo tomando como referencia los días de alta

De los 223 pies operados la media de días postoperatorios hasta que se les ha dado el alta ha sido de 41,291 días, siendo el rango mínimo de 32 y el máximo de 49 días.

Los casos operados sin tenotomía mostraron un tiempo más corto para completar la recuperación de las actividades de la vida diaria (37.4 ± 2.3 versus 43.0 ± 1.7 días. Siendo las diferencias estadísticamente significativas ($p< 0.001$).

En el diagrama de cajas se aprecia que el grupo donde se realizaron sólo ODI, la fecha de alta es menor de 38 días, produciéndose antes que en el grupo de ODI con tenotomía, que se mantiene en torno a los 42 días (Figura 85).

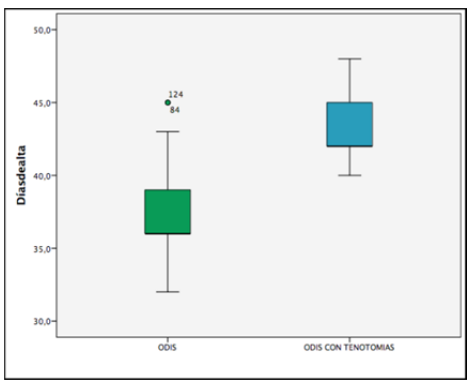


Figura 85. Diagrama de cajas de los días de alta-grupo tipo de cirugía realizada

6.9 Estadística multivariante

Se ha construido un modelo de regresión logística binaria con las variables edad, nº de dedos intervenidos y tipo de cirugía.

El test de Hosmer y Lemeshow nos indica que no rechazamos la hipótesis nula y por tanto no rechazamos que el modelo tenga falta de ajuste (Chi^2=6,252; p=0,619).

Los resultados del modelo son:

Tabla 13. Resultados del modelo multivariante

Variables	Coeficientes	OR	p-value	IC OR Desde	IC OR Hasta
Cte	-4,3498	0,0129091	0,0001	0,0015090	0,1104316
Edad	0,0163	1,5123054	0,0251	1,0450409	1,9885537
Nº Dedos	0,6313	1,8799768	0,0050	1,2096502	2,9217645
Cirugía	1,7504	5,7568593	0,0000	2,9047609	11,409348

La ecuación que define la probabilidad de complicaciones es:

$$P = \frac{1}{1 + \text{Exp}(4{,}3498 - 0{,}0163 * \text{Edad} - 0{,}6313 * \text{Nº Dedos} - 1{,}7504 * \text{Cirugía})}$$

P (Complicaciones)

Para una misma edad y un mismo nº de dedos, la probabilidad de complicaciones es 5,75 veces mayor en osteotomía y tenotomía que sólo en osteotomía.

Para una misma edad y un mismo tipo de cirugía, la probabilidad de complicaciones es 1,88 veces mayor por cada dedo más intervenido.

Para un mismo nº de dedos y una misma cirugía, la probabilidad de complicaciones es 1,51 veces mayor por cada año de edad incrementado.

Teniendo en cuenta las tres variables, para diferentes edades, esta sería la gráfica que explica la probabilidad de tener complicaciones dependiendo del tipo de cirugía y del nº de dedos intervenidos:

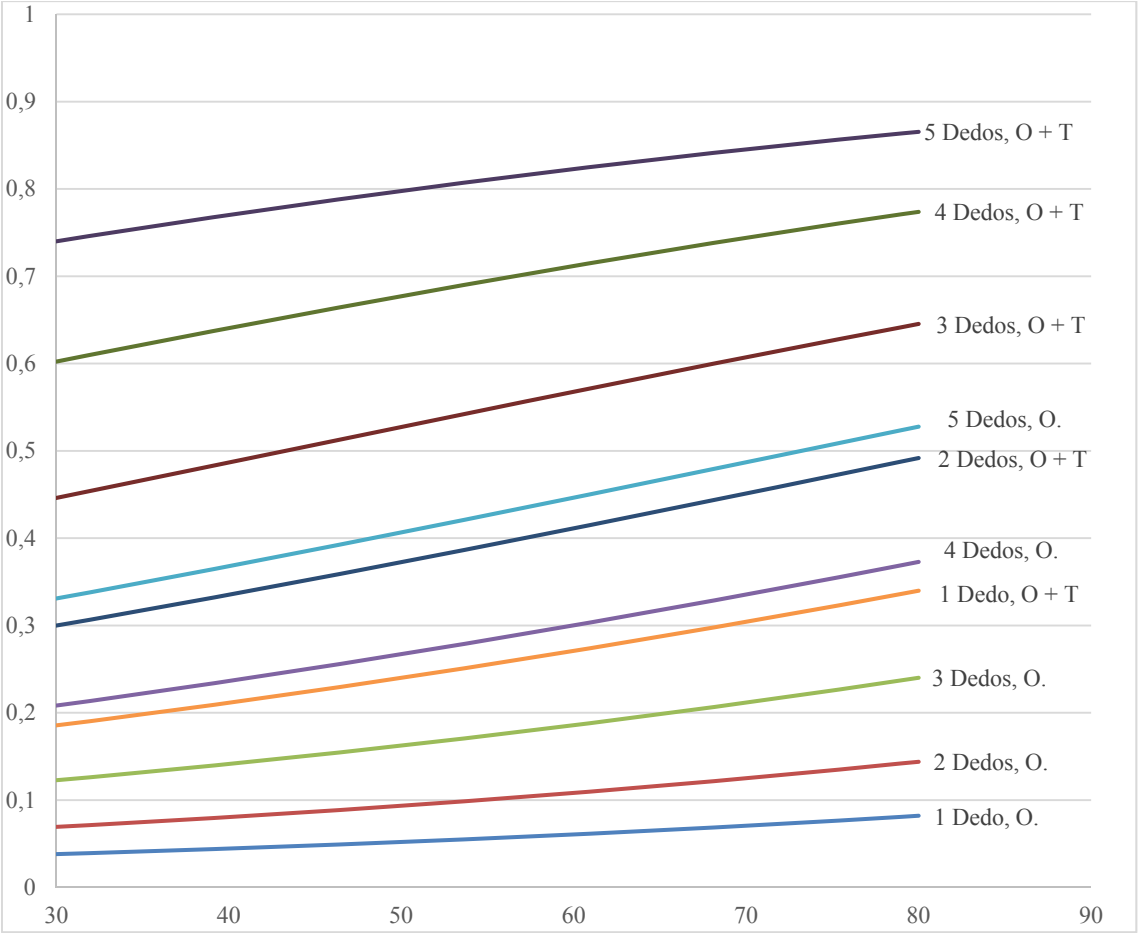


Figura 86. Gráfico de la ecuación de riesgo para edad y tipo de cirugía

Tabla 14. Sensibilidad valor predictivo positivo y negativo del modelo de regresión

Umbral Pronóstico:			0,3
Porcentaje de aciertos:			0,70%
Índice de Valor Pronóstico:			47,60%
Sens.	VPP	Espec.	VPN
75,00%	47,52%	66,67%	86,89%

El modelo tiene una sensibilidad del 75,00% y una especificidad del 66,67%. Los valores predictivos positivo y negativo son, respectivamente 47,52% y 86,89%.

El umbral pronóstico con mejor índice de valor pronóstico es de 0,3. La gráfica correspondiente a dicho umbral (en la que obtenemos mayor área) es la siguiente:

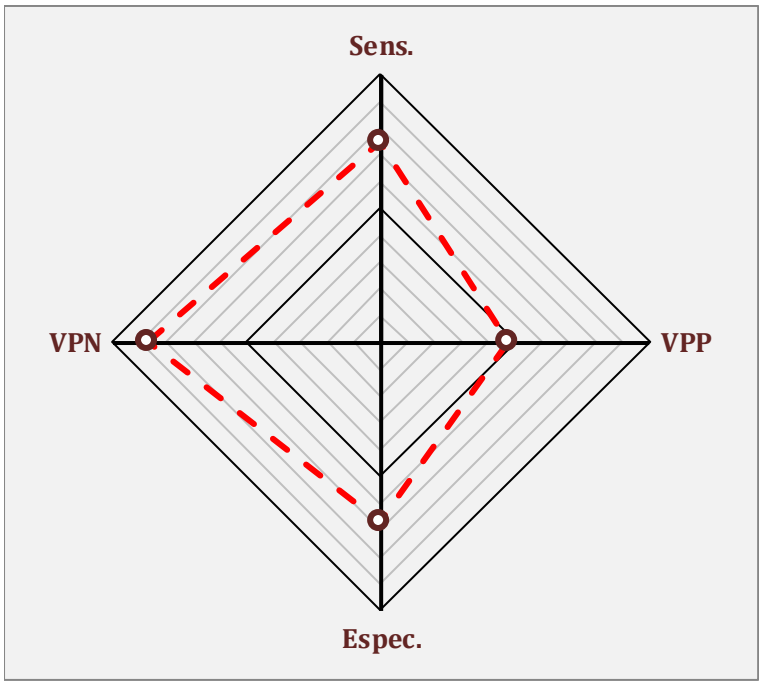


Figura 87. Gráfica de áreas del umbral pronóstico

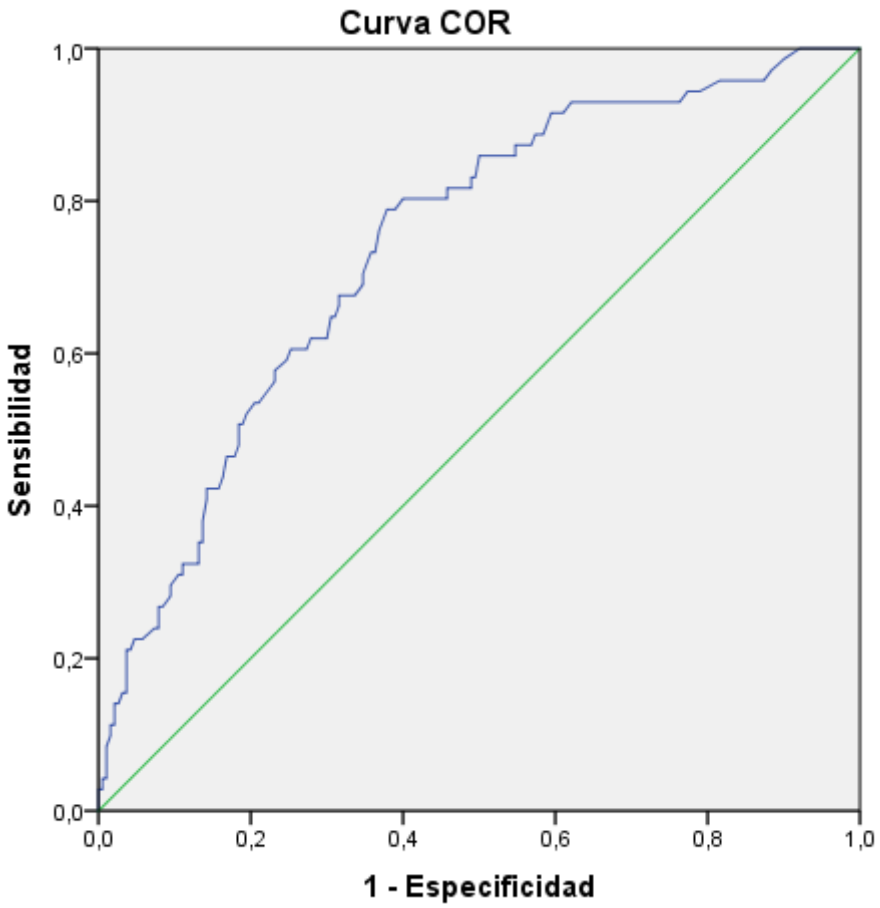


Figura 88. Curva ROC

El valor obtenido con la curva ROC (Receiver Operating Characteristic) del modelo logístico, es de 0,74, lo que determina un buen ajuste del modelo de los datos resultantes.

Normalmente, este modelo es utilizado para determinar el nivel de acierto del modelo predictivo; así, valores entre 0.5 y 1, indicarían un buen ajuste del modelo a los datos observados, y por debajo de 0.5, señalaría un ajuste al azar.

7. DISCUSIÓN

La patología de los dedos menores presenta una incidencia superior al 20%, según Shirzad et al (63).

En lo que se refiere al ámbito propiamente quirúrgico el 48% del total de intervenciones que se realizan en el pie pertenecen a patologías digitales, correspondiendo el 30 % a alteraciones individuales mientras que un 40% afecta a dos o más dedos (129).

La evidencia sobre el mejor tratamiento de las deformidades de los dedos menores aún es escasa, no existiendo consenso con respecto a la técnica quirúrgica más apropiada para las alteraciones digitales. Una de las probables razones es la amplia variación en las definiciones de las deformidades y las indicaciones para el tratamiento.

En un estudio multicentro realizado entre los servicios ortopédicos de los Países Bajos, cuyo objetivo era evaluar la uniformidad o discrepancia en las definiciones, conceptos y tratamiento de las deformidades de los dedos menores, se comprobó, que aunque la mayoría de los departamentos tenían algún protocolo, había múltiples variaciones en las definiciones (151).

Este hecho explica el amplio espectro de posibilidades de tratamiento que se encontraron y de los tipos de intervenciones realizadas para patologías similares; situación que se produjo no solo entre los diferentes hospitales sino también dentro de los mismos servicios.

De hecho la confusión en las definiciones refleja la aplicación de patrones de tratamiento idénticos para diferentes deformidades (151).

Si estos datos se extrapolan a una escala mayor serían alarmantes estas diferencias, con indudables consecuencias clínicas para los pacientes.

Por tanto establecer un consenso entre los tipos de deformidades de los dedos menores sería fundamental, ya que supondría la aplicación de tratamientos más específicos para las diferentes deformidades, con indudables beneficios para los pacientes.

Con base en la evidencia científica más reciente, se encuentran múltiples estrategias para el manejo de las alteraciones digitales, sugiriendo diferentes propuestas de tratamiento dependiendo del tipo de deformidad (9).

Los algoritmos quirúrgicos propuestos en la mayoría de las clasificaciones descritas, y que se realizan con cirugía abierta, contemplan exclusivamente los procedimientos de acortamiento de los dedos, como la artroplastia de resección o la artrodesis, pero nunca las osteotomías de la falange. Salvo en el caso de los dedos flexibles en mazo causados por un tendón flexor largo, que se recomienda la tenotomía flexora percutánea para corregir la deformidad (13,152).

Estas técnicas (24,44,64,73–77) de probada eficacia, consiguen la alineación del dedo actuando directamente sobre las articulaciones y en ocasiones combinándolas con osteotomías en los metatarsianos para obtener la adecuada colocación de la falange proximal, pudiendo provocar alteraciones en la movilidad de las mismas, además de causar un acortamiento del segmento digital (78,79).

La alta incidencia de las deformidades de los dedos menores que precisan tratamiento quirúrgico ha contribuido a buscar nuevos procedimientos dando paso a la incorporación de las osteotomías ejecutadas con CMI, descritas por S. Isham (109), que permiten adaptar de manera individual a cada patología los gestos necesarios que se deben realizar para conseguir una óptima alineación digital.

Estas técnicas permiten aplicar de manera selectiva osteotomías capaces de modificar la posición de cada segmento óseo sobre su eje anatómico y actuar sobre el complejo flexo- extensor encargado del movimiento digital.

A diferencia de las ejecutadas con cirugía abierta, los procedimientos sobre las superficies articulares se reservan a aquellos casos en que sean estrictamente necesarios. La alineación se consigue con osteotomías individuales en las falanges y actuaciones sobre partes blandas, consiguiendo preservar la movilidad articular

Estas nuevas opciones terapéuticas amplían el abanico de indicaciones permitiendo planificar cada actuación atendiendo a los factores causales de manera individualizada, sin necesidad de tener que ajustarse a clasificaciones y tratamientos quirúrgicos predeterminados. Permitiendo utilizar las clasificaciones establecidas únicamente para

poder simplificar la diversidad de desalineaciones digitales y hacer más sencilla su comprensión.

Los tratamientos de los dedos menores por CMI se basan principalmente en la liberación de tejidos blandos, como capsulotomías articulares y tenotomías. Los procedimientos en el hueso se realizan a continuación dependiendo de las alteraciones residuales, la reductibilidad y la longitud del dedo (1,90,110,153).

Algunos autores usan osteotomías completas para la corrección de las deformidades digitales (94,95,99),otros realizan osteotomías unicorticales o parciales en ciertas patologías (98,112,154), pero todos siguen el mismo protocolo comenzando la corrección con técnicas de tejidos blandos y seguidamente ejecutan las osteotomías de distal a proximal.

Las técnicas ODI invierten el orden de ejecución, realizando primero las osteotomías en los segmentos óseos, de proximal a distal. Los procedimientos sobre los tejidos blandos finalmente se realizan en caso de que la situación patológica persista.

Recientemente, la European Federation of National Associations of Orthopaedics and Traumatology (EFORT) también sugiere abordar las deformidades proximales antes que las distales (9,152).

Una vez realineados los segmentos óseos se procede intraquirúrgicamente a valorar el grado de corrección de la patología y el equilibrio conseguido entre los grupos musculares agonistas y antagonistas responsables del movimiento digital, evaluando entonces si es necesario actuar sobre ellos (19,97).

Estas valoraciones se realizan generando sobre los metatarsianos una carga simulada (Kellikian push-up test) (44–46,82,155) comprobando si se produce la alineación de los segmentos digitales. Seguidamente, con la colaboración del paciente, se realizan movimientos activos, pasivos y contra resistencia de sus dedos evaluando el equilibrio muscular.

Del resultado de estas dos evaluaciones intraquirúrgicas se decide la necesidad o no de actuar sobre las partes blandas, contribuyendo de esta manera a preservar en gran parte de los casos el complejo flexo – extensor.

Este hecho unido a la porción de cortical que queda intacta a la hora de ejecutar las osteotomías incompletas, son las características diferenciadoras con respecto a las osteotomías completas realizadas con CMI.

La conveniencia o no de hacer actuaciones quirúrgicas sobre los tendones extensores y flexores sigue siendo motivo de controversia.

Según el estudio multicentro de los países bajos (151), el resultado de los procedimientos que se utilizaron en los diferentes departamentos encuestados fue que en el 55% de los casos utilizan la transferencia flexora-tendinosa para el dedo en martillo flexible y la misma técnica en el 41% para los dedos en martillo flexible. En el 26% de los casos practican una tenotomía extensora para el tratamiento del dedo en garra flexible y en el 22% un alargamiento del tendón extensor. Finalmente, para el dedo en mazo flexible, el 58% de los cirujanos solían realizar una tenotomía flexora. Estos datos manifiestan que la mayoría de los procedimientos que se utilizaron para el tratamiento de las alteraciones digitales flexibles se centran en actuaciones quirúrgicas para corregir el desequilibrio entre la musculatura intrínseca y extrínseca.

Reservando las artroplastias y artrodesis para alteraciones irreductibles, conclusiones que coinciden con lo que recomiendan otros autores como Louwerens JWSJ, Malhotra K, Davda K, Singh D., Coughlin MJ (3,152,156).

Según el estudio de Debarge et al. sobre 50 pacientes a los que se les practicó una tenotomía flexora percutánea acompañada de una osteotomía metatarsal acortadora, encontraron una recurrencia del 10% y un 4% de los pacientes desarrollaron un síndrome de dolor regional complejo (157). Cuando compararon estos resultados con los observados en una serie de pacientes con la misma cirugía de antepié sin tenotomía flexora, pudieron constatar una tasa significativamente mayor de defecto de agarre del dedo en los casos sometidos a tenotomía flexora (10% vs.4.3%).

El estudio anteriormente citado coincide con el realizado por Debarge R, Philippot R, Viola J, Besse JL, afirmando que la sección tendinosa es desaconsejable, ya que la pérdida de fuerza resultante en el agarre de los dedos de los pies a menudo es poco tolerada. Este procedimiento debe reservarse para las deformidades dinámicas graves debidas a trastornos neurológicos (157).

El artículo “Hammer Toe, Mallet Toe, and Claw Toe” (158), recoge las opiniones de varios cirujanos expertos en pie y tobillo en una “mesa de diálogo” (Angirasa AK, Augoyard M, Coughlin MJ, Fridman R, Ruch J y Lowell Weil Jr), casi todos ellos reservan para determinadas situaciones la utilización de tenotomías como técnica para la corrección de las patologías de los dedos, a excepción de Angirasa AK, quien afirma no utilizar nunca las tenotomías ya que estas técnicas son más propensas a un mal resultado y al aumento de las posibilidades de recurrencia, mostrando su preferencia por las correcciones óseas.

Si se analiza el dato obtenido en el estudio que se presenta en referencia a las patologías digitales corregidas exclusivamente con tenotomías, se puede observar, que solamente se han utilizado en un 0,7% de los casos, es decir en 3 de los pies operados. Esta baja frecuencia de aplicación de estos procedimientos coincide con las conclusiones de los autores anteriormente citados que limitan o desaconsejan esta técnica.

El motivo por el cual las tenotomías se utilizan poco de manera individualizada podría estar justificado en las diferentes etapas que atraviesa el proceso fisiopatológico de las deformidades digitales.

En un primer estadio la posición inadecuada del dedo está provocada por la pérdida del equilibrio armónico entre agonistas y antagonistas, las propuestas de tratamiento sobre partes blandas estarían justificadas. Ahora bien, en fases más avanzadas, cuando el cambio de vectores de fuerzas sobre las superficies óseas ha provocado una incorrecta acomodación de los segmentos óseos, atendiendo a las leyes de Wolff (31,33). Las secciones tendinosas en este momento serían insuficientes al no ser capaces de solucionar la incorrecta posición de las falanges, a pesar de que la posición digital siga siendo reductible, al no haberse producido afectación sobre las superficies articulares.

Los tratamientos quirúrgicos en esta etapa deberían encaminarse a procedimientos que consigan modificar la posición de las falanges.

El progresivo cambio de las estructuras óseas ayuda a fijar la deformidad y a aumentar la retracción de partes blandas generando un paulatino deterioro de las articulaciones disminuyendo su movilidad y desembocando en una deformidad irreductible.

En esta fase las opciones para conseguir la alineación digital se deben centrar sobre las articulaciones deterioradas.

Por tanto, las tenotomías en exclusiva para la corrección digital deben quedar reservadas para aquellas alteraciones iniciales en las que no se hayan afectado otras estructuras.

Las ODI permiten actuar selectivamente en función de la fase en que se encuentre la deformidad, consiguiendo la alineación digital a través de las osteotomías ejecutadas en los segmentos óseos, proporcionando en muchas ocasiones el equilibrio muscular adecuado, sin necesidad de realizar tenotomías.

Esta ventaja que nos ofrecen las ODI queda contrastada en otro de los resultados obtenidos, donde en un 57.8% de los casos no fue necesario adicionar tenotomías a las osteotomías.

En el presente estudio se aborda por primera vez la eficacia clínica de las técnicas ODI, a través de los resultados de la puntuación de la escala AOFAS, del tiempo transcurrido desde la intervención hasta el día de alta y de las complicaciones.

Para poder efectuar un estudio comparativo, se han seleccionado del total de cirugías realizadas dos cohortes que corresponden a un total de 223 pacientes intervenidos con osteotomías digitales incompletas, con y sin realización de tenotomías. Siendo el total de dedos operados de ambos grupos de 556 y de 723 el número de ODI practicadas.

En el primer grupo se incluyen 129 casos corregidos exclusivamente con ODI y en el segundo 94 utilizando el procedimiento de ODI asociado a tenotomías.

En el análisis estadístico de ambas cohortes, respecto a la escala AOFAS se puede observar que los resultados obtenidos con las ODI proporcionaron una mejora funcional muy relevante según las puntuaciones obtenidas.

La media de la escala AOFAS preoperatoria antes de la cirugía fue similar en ambas cohortes (53.5 ± 10.9 para ODI sin tenotomía frente a 53.4 ± 8.5 en casos con tenotomía asociada).

Seis meses después las medias de puntuaciones muestran una importante mejoría (93,6 ± 3,2 para ODI sin tenotomía versus 89,9 ± 7,7 para ODI con tenotomía) que sigue aumentando a los doce meses (95.8 ± 2.7 v. 92.9 ± 6.7 respectivamente).

Estos resultados son comparables y similares a los conseguidos en otras patologías resueltas con cirugía mínimamente invasiva del pie (159–161) y a los procedimientos

digitales de artrodesis y artroplastias con técnicas abiertas (24,44,64,70,73–76,110,162,163).

Otro dato reseñable con respecto al tiempo de recuperación desde que se produjo la intervención hasta la fecha de alta, es que se obtienen unos buenos resultados en la cohorte de ODI asociada a tenotomía; aunque en el grupo de correcciones exclusivamente con ODI los días necesarios hasta el alta disminuyen aún más (37.4 ±2.3 versus 43.0 ±1.7 días).

Este hallazgo confirma que las ODI sin tenotomías necesitan un tiempo más corto para que el paciente pueda incorporarse a su actividad habitual.

El número de complicaciones relacionadas con la cirugía digital con técnicas ODI y el porcentaje de recurrencia con respecto al número de pies operados fue realmente bajo, aunque si se comparan ambas cohortes, las ODI sin tenotomías muestran un porcentaje menor, con diferencias altamente significativas ($p < 0.0001$).

Las roturas intraoperatorias y postoperatorias de las ODI se deben considerar como un efecto no deseado, ya que la pérdida de continuidad de la porción de cortical seleccionada, ya no realiza la función de estabilización y fijación de la osteotomía, siendo ésta la causa más probable para que aparezcan desórdenes como desplazamientos fragmentarios, retrasos de consolidación y no unión.

Pudiendo observar una mayor tasa de todas las complicaciones en el grupo que se ha adicionado una tenotomía flexora / extensora: retraso de consolidación (25.5% versus 6.6%; $p < 0.01$), callo hipertrófico (24.5% versus 7.2; $p < 0.001$), rotura posoperatoria en el sitio de osteotomía (12.8% versus 1.8%; $p < 0.01$), desplazamiento (21.3% versus 8.4%; $p < 0.05$). El único caso de no unión se produjo en el grupo de ODI con tenotomía.

La aparición de alguna de estas complicaciones puede provocar un postoperatorio más complejo, aunque en la mayoría de los casos no afectan al resultado final, esto lo demuestra el bajo porcentaje de casos en los que no se ha conseguido la corrección deseada (1% con ODI versus 2.8% ODI con tenotomías, $p < 0.0001$).

Autores como Femino JE y al. (111) indican que algunos de estos efectos adversos pueden influir en el resultado después de la cirugía del dedo menor. Sin embargo,

Schrier JCM y al. (151), en su estudio multicentro, afirma que la mayoría de los cirujanos ortopédicos holandeses (65%), al realizar una artrodesis interfalángica, la unión defectuosa y la pseudoartrosis no influyen en el resultado posoperatorio. En esta misma línea, Newman RJ y al. (164) confirman que para un resultado exitoso después de la artrodesis en casos con dedo en martillo, la fusión no es necesaria.

La mayoría de autores que utilizan como método las osteotomías con CMI para la corrección de las patologías digitales, al referirse a las complicaciones, mencionan las generales que pueden aparecer en cualquier proceso quirúrgico mínimamente invasivo (78,98,109,165), sin aportar datos concretos referentes a las complicaciones específicas de los procedimientos en dedos menores.

Salvo los aportados por M. Suárez (80,111), que asegura que al realizar correcciones digitales con osteotomías completas los casos de retraso de consolidación ósea, no unión o pseudoartrosis son posibles, aunque infrecuentes (menos de 1 por cada 100 casos).

Curiosamente no se encontró ningún proceso infeccioso en este estudio, resultado que coincide con el de Gilheany y cols., los cuales obtuvieron también una baja tasa de infección (0,5%) (166). Y a los aportados por M. De Prado que afirma que la infección aparece de manera excepcional en cirugía mínimamente invasiva del pie (0 a 0,8%) (78).

En ninguna de las dos cohortes de este estudio se ha hallado un aumento de los efectos adversos en los pacientes operados con enfermedades asociadas como la diabetes mellitus o en los procesos reumáticos. Coincidiendo con Gilheany et al. (166), quien afirma que las comorbilidades no se tradujeron en mayores tasas de complicaciones.

Del mismo modo, ninguno de nuestros pacientes requirió una apertura por planos intraoperatoria para reparar la osteotomía.

El hecho de que en el 57.8% de los dedos operados no fuera necesario realizar tenotomías para conseguir la corrección deseada, indica que la obtención de la alineación de los segmentos óseos con las ODI consigue reestablecer el equilibrio armónico entre los grupos musculares agonistas y antagonistas, responsables del movimiento digital, sin la necesidad de actuar sobre los tendones.

La nueva distribución de los vectores de fuerza en las superficies óseas podría crear una compresión y estabilidad adecuadas de los fragmentos óseos. El diseño de las osteotomías que conservan una pared cortical podría ayudar a reducir las complicaciones (78), proporcionando una recuperación funcional satisfactoria con un periodo postoperatorio más corto.

La principal limitación para lograr unos resultados satisfactorios es la necesidad de realizar unos adecuados vendajes postoperatorios con control fluoroscópico para conseguir mantener la alineación del dedo y la compresión de la osteotomía.

Basándonos en los datos obtenidos, se pueden enumerar varias razones para proponer las técnicas ODI como tratamiento quirúrgico de elección para las deformidades de los dedos menores.

En primer lugar, el diseño y la ejecución de las osteotomías incompletas presentan características específicas con respecto a las osteotomías completas aportando una serie de ventajas como: no se producen desplazamientos de los fragmentos, la longitud del dedo no se acorta, se evita la movilidad interfragmentaria no deseada; las osteotomías permiten cambios angulares del segmento óseo sobre sus ejes anatómicos y mantiene el contacto de las superficies óseas reduciendo las complicaciones.

En segundo lugar la estabilidad proporcionada por la continuidad cortical y los vendajes externos apropiados, permiten cerrar el espacio interfragmentario, manteniendo el contacto entre las superficies óseas, por lo que no es necesario el uso de material de osteosíntesis para fijar la osteotomía.

Cuando se realizan ODI y en muchos casos sin tenotomías, la respuesta fisiológica a la agresión quirúrgica es mínima, logrando la recuperación de la deformidad, la restauración funcional y biomecánica.

En los casos en los que existe una luxación de la articulación o la patología requiere un acortamiento del dígito, sería deseable usar ODI combinada con otras técnicas de CMI tales como osteotomías completas, artroplastia de los dedos o artrodesis.

El mayor inconveniente para la obtención de unos buenos resultados es la dificultad de la ejecución de la técnica, que requiere un mayor entrenamiento y aprendizaje, por lo

que la garantía de éxito de la técnica necesita de una adecuada curva de aprendizaje de los procedimientos.

8. CONCLUSIONES

1. La valoración clínica tras la corrección quirúrgica de las deformidades digitales analizadas mediante la escala AOFAS, muestran mejores resultados en el grupo que se realizaron ODI sin tenotomías asociadas, tanto a los 6 como a los 12 meses del postoperatorio.

2.- Las ODI consiguen la recuperación de la deformidad, el restablecimiento funcional y biomecánico con un porcentaje relativamente bajo de complicaciones, al ser ejecutadas de proximal a distal y sin tenotomías. Cuando se asocian tenotomías flexoras /extensoras a las ODI, aumenta la aparición de complicaciones, particularmente la unión retrasada, callo hipertrófico y roturas intraoperatorias.

3.- El tiempo de recuperación postoperatorio es menor en el grupo de ODI sin tenotomía asociada, debido a una menor agresión y una menor respuesta fisiológica al trauma quirúrgico. Dependiendo del número de dedos operados existen siempre más complicaciones cuando se realiza tenotomía asociada a las ODI duplicándose estas cuando se operan los 5 dedos.

Con estas conclusiones queda demostrada la hipótesis “Las osteotomías digitales incompletas (ODI) presentan mejores resultados clínicos y menor tasa de complicaciones cuando se realizan aisladas, sin tenotomías asociadas”.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Bauer T. Percutaneous forefoot surgery. Orthop Traumatol Surg Res [Internet]. 2014;100(1 S):S191–204.

2. Laffenêtre O, Golano P. Introduction à la chirurgie mini-invasive du pied et de la cheville : pourquoi , comment , quand ? Introduction to Foot and Ankle minimally invasive Surgery. 2010;9(1):52–60.

3. Mann R, Coughlin M. Lesser toe deformities, surgery of the foot and ankle. St Louis: Mosby; 1999.

4. Tirado F, Frutos J. Anatomía de la zona distal de los dedos medios del pie. Rev Int Ciencias. 2007;1:87–100.

5. Christman RA. Radiographic anatomy of the foot and ankle - Part 4. J Am Podiatr Med Assoc. 2015;105(2):141–9.

6. V Viladot A. Anatomía funcional y biomecánica del tobillo y el pie. Rev Española Reumatol. 2003;30(9):469–77.

7. Ellington JK. Hammertoes and clawtoes: proximal interphalangeal joint correction. Foot Ankle Clin. 2011 Dec;16(4):547-58.

8. Buckup k. Pruebas clínicas para patología ósea, articular y muscular. 5ª edic. Masson. Barcelona; 1997. 247 p.

9. Malhotra K, Davda K, Singh D. The pathology and management of lesser toe deformities. EFORT Open Rev. 2016;1(11):409–19.

10. Kelikian AS, Sarrafian SK, Sarrafian SK. anatomy of the foot and ankle : descriptive, topographical, functional. Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins; 2011. 759 p.

11. F. N. Atlas de anatomía humana. 3ª ed. Masson. New Jersey; 2003. 540 p.

12. Lizarraga-Vielma R. Inestabilidad de la segunda articulación metatarso-falángica. Rev Pie Tob. 2010; 24(2):7–12.

13. Coughlin MJ. Lesser toe deformities. Orthopedics. 1987 Jan 1;10(1):63–75.

14. Dalmau-Pastor M, Fargues B, Alcolea E, Martínez-Franco N, Ruiz-Escobar P, Vega J, et al. Extensor apparatus of the lesser toes: anatomy with clinical implications--topical review. Foot Ankle Int. 2014;35(10):957–69.

15. Ferrer Torregrosa J. Principios básicos en anatomía de la pierna y el pie. Madrid: Bienetec; 2013.

16. Rodriguez Baeza A. Bases anatómicas en cirugía mínimamente invasiva. In: Glosa Editorial. Cirugía Minimamente Invasiva del pie. 2017. p. 29–40.

17. De la Rubia Heredia Ángel G, Porres Á, López J. El pie como corazón periférico. Podoscopio. 2013; 56:1090-93.

18. Moore K. Anatomía con orientación clínica. Madrid: Wolters Kluwer; 2014.

19. Nieto E G. Cirugía minimamente invasiva del pie. En: Nieto García E, Cirugía Minimamente Invasiva del pie. Barcelona: Glosa; 2017. p. 297.

20. José F, Martín M. Deformidad de los dedos menores : dedos en martillo . Tratamiento quirúrgico. 2010;2(2):1–12.

21. Sarrafian SK, Topouzian LK. Anatomy and physiology of the extensor apparatus of the toes. J Bone Joint Surg Am. 1969 Jun;51(4):669-79.

22. Ferrari-Portafaix C, Piclet-Legre B, Helix-Giordanino M. Dedos en garra: fisiopatología, tratamiento podológico y tratamiento quirúrgico. EMC - Podol. 2011;13:1–13.

23. Thomas JL, Blitch IV EL, Chaney DM, Dinucci KA, Eickmeier K, Rubin LG, et al. Diagnosis and treatment of forefoot disorders. Section 1: Digital Deformities. J Foot Ankle Surg. 2009;48(2):230–8.

24. Chadwick C, Saxby TS. Hammertoes/Clawtoes: metatarsophalangeal joint correction. Foot Ankle Clin. 2011 Dec;16(4):559-71.

25. Huerta JP. Fisiopatología de la deformidad digital de los dedos menores. En: Izquierdo Cases JO, editor. Podología quirúrgica. Madrid: Elsevier; 2016.

26. Becerro de Bengoa Vallejo R. Síndrome de deformidad digital: patomecánica e indicaciones quirúrgicas (2a. parte). Podoscopio. 2001;1(14):3–16.

27. Martí V i, Veciana E de, Planella D i, Mas E i. Cirugía de los radios medios. A propósito de dos casos. El Peu, 2001; 21(1): 24-32.

28. Basas F, Sánchez E, Basas S, Basas A. Patomecánica de la deformidad digital y distribución de las presiones en apoyo medio. Rev Int Cienc Podol. 2008;2(1):13–8.

29. Basas García F, Sánchez Zaballos E, Basas García S, Basas García A. Relación entre las deformidades digitales y la fisiopatología de la deformidad digital. Rev Int Cienc Podol. 2008;2(2):7–11.Ciencias Podol ISSN 1887-7249, Vol 2, Nº 2, 2008, págs 7-11. 2008;2(2):7–11.

30. Lafforgue P. Adaptación del hueso al esfuerzo. EMC - Apar Locomot. 2013;46(3):1–8.

31. Wolff J. The law of bone remodelling. Philadelphia: Springer-Verlag; 1986.

32. Forriol F. Respuesta ósea a las solicitaciones mecánicas en condiciones fisiológicas bone response to mechanical demand under physiological conditions. Rev Ortop y Traumatol. 2001;45:258–65.

33. Solano Urrutia A. Las leyes de la ortopedia. Rev Colomb Ortop y Traumatol. 1997;20(4):115–8.

34. Epker B, Frost H. Correlation of bone resorption and formation with the physical behavior of loaded bone. J Dent Res. 1965;44(1):33–41.

35. Hernández-gil IF, Angel M, Gracia A, Pingarrón C, Carlos J, Hernández-gil DIF. Bases fisiológicas de la regeneración ósea I . Histología y fisiología del tejido óseo. 2005;(1):47–51.

36. Cowin SC. Wolff's law of trabecular architecture at remodeling equilibrium. J Biomech Eng. 1986 Feb;108(1):83-8.

37. Cowin SC, Sadegh AM, Luo GM. An evolutionary Wolff's law for trabecular architecture. J Biomech Eng. 1992 Feb;114(1):129-36.

38. Beaupré GS, Orr TE, Carter DR. An approach for time-dependent bone modeling and remodeling-application: a preliminary remodeling simulation. J Orthop Res. 1990 Sep;8(5):662-70.

39. Carter DR. Mechanical loading history and skeletal biology. J Biomech. 1987;20(11-12):1095-109.

40. Carter DR, Fyhrie DP, Whalen RT. Trabecular bone density and loading history: regulation of connective tissue biology by mechanical energy. J Biomech. 1987;20(8):785-94.

41. Huiskes R, Weinans H, Grootenboer HJ, Dalstra M, Fudala B, Slooff TJ. Adaptive bone-remodeling theory applied to prosthetic-design analysis. J Biomech. 1987;20(11-12):1135-50.

42. Bozal CB. Los osteocitos como mecanosensores del hueso. 2013;9(2):176–93.

43. Nieto E., Ramírez L. Nieto GE. Diseño de las osteotomías digitales incompletas. técnicas ODI. Rev Española Podol. 2012;23 (1):9–15.

44. Konkel KF, Menger AG, Retzlaff SA. Hammer toe correction using an absorbable intramedullary pin. Foot Ankle Int. 2007;28(8):916–20.

45. D'Angelantonio AM, Nelson-Rinaldi KA, Barnard J, Oware F. Master techniques in digital arthrodesis. Clin Podiatr Med Surg. 2012;29(1):21–40.

46. Baravarian B, Thompson J, Nazarian D. Plantar plate tears: A review of the modified flexor tendon transfer repair for stabilization. Clin Podiatr Med Surg. 2011;28(1):57–68.

47. Isham SNO. Isham hammertoe procedures for the correction of lesser digital deformities. In: London S, editor. Minimally Invasive Surgery of the Foot and Ankle. 2011. p. 171–83.

48. Naranjo C. Elección de las técnicas MIS en el tratamiento quirúrgico de los dedos. Rev Pod. 2010;1:786–92.

49. Mainard D. Orthopaedic surgery traumatology the second ray syndrome : detailed pathological, clinical and therapeutic aspects. Eur J Orthop Surg Traumatol.

1997;7:159–64.

50. Bhatia D, Myerson MS, Curtis MJ, Cunningham BW, Jinnah RH. Anatomical restraints to dislocation of the second metatarsophalangeal joint and assessment of a repair technique. J Bone Joint Surg Am. 1994 Sep;76(9):1371-5.

51. Viladot Voegeli A, Gasch Blasi J. La placa plantar. Rev del Pie Tob. 2015;29(1):2–10.

52. Gregg J, Marks P, Silberstein M, Schneider T, Kerr J. Histologic anatomy of the lesser metatarsophalangeal joint plantar plate. Surg Radiol Anat. 2007;29(2):141–7.

53. Yu G V, Judge MS, Hudson JR, Seidelmann FE. Predislocation syndrome. Progressive subluxation/dislocation of the lesser metatarsophalangeal joint. J Am Pod Med Assoc. 2002;92(4):182–99.

54. Mizel MS, Yodlowski ML. Disorders of the lesser metatarsophalangeal joints. J Am Acad Orthop Surg. 1995 May;3(3):166-173.

55. Jahss MH. Traumatic dislocations of the first metatarsophalangeal joint. Foot Ankle. 1980;1(1):15–21.

56. Pascual Gutiérrez R, Arnao Rodríguez MC, Chinchilla Villaescusa P, López Ros P, Garca Campos J. Criterios de selección de tratamiento en el síndrome de predislocación. Rehabilitación. 2010;44(4):364–70.

57. Harmonson JK, Harkless LB. Operative procedures for the correction of hammertoe, claw toe, and mallet toe: a literature review. Clin Podiatr Med Surg. 1996 Apr;13(2):211-20.

58. Alvine FG, Garvin KL. Peg and dowel fusion of the proximal interphalangeal joint. Foot Ankle. 1980 Sep;1(2):90-4.

59. Myerson MS, Shereff MJ. The pathological anatomy of claw and hammer toes. J Bone Joint Surg Am. Jan 1989;71(1):45–9.

60. Sorto LA Jr. Surgical correction of hammer toes. A 5-year postoperative study. J Am Podiatry Assoc. 1974 Dec;64(12):930-4.

61. Taylor RG. The treatment of claw toes by multiple transfers of flexor into extensor tendons. J Bone Joint Surg Br. 1951 Nov;33-B(4):539-42.

62. Nicklas BJ. Surgical management of digital deformities. Hallux Valg Forefoot Surg. 1994;359–77.

63. Shirzad K, Kiesau CD, DeOrio JK, Parekh SG. Lesser toe deformities. J Am Acad Orthop Surg. 2011 Aug;19(8):505-14.

64. Coughlin MJ, Dorris J, Polk E. Operative repair of the fixed hammertoe deformity. Foot Ankle Int. 2000 Feb;21(2):94-104.

65. Cahill, BR; Connor A. A long-term follow-up on proximal phalangectomy for hammer toes. Clin Orthop Relat. 1972;86:191 – 192.

66. Coughlin, Michael J., MD; Saltzman, Charles L., MD; Anderson, Robert B. M. Mann's surgery of the foot and ankle. 9th ed. Philadelphia: Mosby; 1999.

67. Cyphers SM, Feiwell E. Review of the Girdlestone-Taylor procedure for clawtoes in myelodysplasia. Foot Ankle. 1988 Apr;8(5):229-33.

68. Izquierdo J. Tratamiento quirúrgico de las deformidades digitales de los pies. Artroplastia versus cirugía mínimanete invasiva. Rev Int Ciencias Podol. 2009;3(2):7–25.

69. Mizel MS. Correction of hammertoe and mallet toe deformities. Oper Tech Orthop. 1992;2(3):188–94.

70. Schuberth JM. Hammer toe syndrome. J Foot Ankle Surg. 1999;38(2):166–78.

71. de Bueis, M. M., & Vicuña AJZ. Estudio y tratamiento integral del dedo en garra. Rev española Podol. 1992;3(6),:265-271.

72. Schrier JCM, Verheyen CCPM, Louwerens JW. Definitions of hammer toe and claw toe: an evaluation of the literature. J Am Podiatr Med Assoc. 2009;99(3):194–7.

73. Caterini R, Farsetti P, Tarantino U, Potenza V, Ippolito E. Arthrodesis of the toe joints with an intramedullary cannulated screw for correction of hammertoe deformity. Foot Ankle Int. 2004;25(4):256–61.

74. Fernández CS, Wagner E, Ortiz C. Lesser toes proximal interphalangeal joint fusion in rigid claw toes. Foot Ankle Clin. 2012 Sep;17(3):473-80.

75. Unsdorfer GL, Unsdorfer KM. Proximal phalangeal osteotomy with proximal interphalangeal joint arthrodesis for multiplanar deformities of the second toe: historical perspectives and review of a case series. J Foot Ankle Surg. 2011 Nov-Dec;50(6):687-94.

76. Kernbach KJ. Hammertoe surgery: arthroplasty, arthrodesis or plantar plate repair? Clin Podiatr Med Surg. 2012 Jul;29(3):355-66.

77. Solari G. Dedo en martillo. Artrodesis de encaje recíproco. Rev Asoc Arg Ortop y Traumatol. 1927;64:3–6.

78. De Prado M. Complications in minimally invasive foot surgery. Fuss und Sprunggelenk. 2013;11(2):83–94.

79. Solan MC, Davies MS. Revision surgery of the lesser toes. Foot Ankle Clin. 2011;16(4):621–45.

80. Suarez Ortiz M. Osteotomías digitales completas. In: Editorial G, editor. Cirugía Minimamente Invasiva del pie. 2017. p. 91–100.

81. Nieto-García E. Osteotomías digitales incompletas. Técnicas ODI. In: Glosa E, editor. Cirugía mínimamente invasiva del pie. 2017. p. 101–7.

82. Nieto E., Ramírez L. NGE. Principios de la cirugía mínimamente invasiva de pie. In: Glosa E, editor. Cirugía mínimamente invasiva de pie. Barcelona; 2017. p. 23–9.

83. Gorman, J. B., & Plon M. Minimal incision surgery and laser surgery in podiatry. Edited by Gorman, J. B., & Plon M, editor. 1983. 1–149 p.

84. Bycura BM. Bycura on minimal incision surgery. Weissman, editor. 1986.

85. Isham SA. The Reverdin-Isham procedure for the correction of hallux abducto valgus. A distal metatarsal osteotomy procedure. Clin Podiatr Med Surg. 1991 Jan;8(1):81-94.

86. Weinberger BH, Fulp JM, Falstrom P, Anavian RR, Gore AI, Bazak I.

Retrospective evaluation of percutaneous bunionectomies and distal osteotomies without internal fixation. Clin Podiatr Med Surg. 1991 Jan;8(1):111-36.

87. De Prado M, Ripoll P, Golanó P. Cirugía percutánea del pie: técnicas quirúrgicas, indicaciones, bases anatómicas. Barcelona: Masson; 2003.

88. Haque S, Kakwani R, Chadwick C, Davies MB, Blundell CM. Outcome of minimally invasive distal metatarsal metaphyseal osteotomy (DMMO) for lesser toe metatarsalgia. Foot Ankle Int. 2016;37(1):58–63.

89. Giannini S, Faldini C, Vannini F. Minimally invasive distal metatarsal osteotomy for surgical treatment of hallux valgus: clinical study of the first 1000. Orthopaed. 2009; 91-B (supp.):13–8.

90. Redfern D, Vernois J, Legré BP. Percutaneous surgery of the forefoot. Clin Podiatr Med Surg. 2015;32(3):291–332.

91. Andri AL, Memè M, Marinelli LG. Percutaneous distal osteotomy for hallux valgus. J Bone Jt Surg. 2005; 87-B (SUPP II):13–8.

92. Bauer T, de Lavigne C, Biau D, De Prado M, Isham S, Laffenétre O. Percutaneous hallux valgus surgery: a prospective multicenter study of 189 cases. Orthop Clin North Am. 2009;40(4):505–14.

93. Maffulli N, Longo UG, Marinozzi A, Denaro V. Hallux valgus: Effectiveness and safety of minimally invasive surgery. A systematic review. Br Med Bull. 2011;97(1):149–67.

94. Nieto E C. Cirugía podológica. Técnicas de mínima incisión. Mileto Ed, editor. 2004.

95. Prado M de, Ripoll P, Golanó P. Cirugía percutánea del pie: técnicas quirúrgicas, indicaciones, bases anatómicas. Masson: Barcelona; 2003.

96. Maffulli N, Easley M, editors. Minimally invasive surgery of the foot and ankle. London: Springer; 2010.

97. Nieto García E, Rodriguez Baeza A. Estructuras anatómicas implicadas en la práctica de la cirugía de mínima incisión del pie. Editorial Glosa, editor. 2009.

98. Cazeau C. Chirurgie mini-invasive et percutanée du pied. Sauramps medical. Paris: Sauramps Medical; 2009.

99. Maffulli N, Easley M. Minimally invasive forefoot surgery in clinical practice. London: Springer; 2013.

100. Coughlin MJ. Common causes of pain in the forefoot in adults. Changes. 2005;82(August):23–36.

101. Hughes J, Clark P, Klenerman L. The importance of the toes in walking. J Bone Jt Surgery Br Vol. 1990;72(2):245–51.

102. Edwards WHB, Beischer AD. Interphalangeal joint arthrodesis of the lesser toes. Foot Ankle Clin. 2002;7(1):43–8.

103. Coursier R, Patout A, Jarde O. Dedos en garra. Tratamiento quirúrgico. EMC - Técnicas Quirúrgicas - Ortop y Traumatol. 2009;1(4):1–8.

104. Nieto-González E. Técnicas de cirugía mínimamente invasiva combinadas. In: Nieto García E, editor. Cirugía mínimamente invasiva del pie. Barcelona: Glosa; 2017.

105. Lozano Freixas J. Artroplastia Stoe. Artrodesis técnica mínima incisión. In: Glosa E, editor. Cirugía mínimamente invasiva del pie. 2017.

106. Lozano Freixas J. Artroplastia por mínima incisión en el dedo en martillo. Rev Española Podol. 2009;20(6):252–5.

107. Ceccarini P, Ceccarini A, Rinonapoli G, Caraffa A. Correction of hammer toe deformity of lateral toes with subtraction osteotomy of the proximal phalanx Neck. J Foot Ankle Surg. 2015 Jul-Aug;54(4):601-6.

108. Hymes L. Forefoot minimum incision surgery in podiatric medicine. In: Podiatric Medicine and Surgery A monograph series. New York: Futura Publishing; 1977. p. 81-119.

109. Isham S. Procedimientos de Isham en el dedo en martillo para la corrección de deformidades de los dedos menores. Procedimientos de osteotomía de la falange. In: Nieto EC. Cirugía Podológica. Técnicas de mínima incisión. Madrid: Mileto;

2004.

110. Frey S, Helix-Giordanino M, Piclet-Legre B. Percutaneous correction of second toe proximal deformity: proximal interphalangeal release, flexor digitorum brevis tenotomy and proximal phalanx osteotomy. Orthop Traumatol Surg Res. 2015;101(6):753–8.

111. Femino JE, Mueller K. Complications of lesser toe surgery. Clin Orthop Relat Res. 2001;(391):72–88.

112. Frey-ollivier S, Catena F, Hélix-giordanino M, Piclet-legré B. Treatment of flexible lesser toe deformities. Forefoot lesser toe claw toe hammer toe Percutaneous. Foot Ankle Clin NA 2017.

113. Redfern DJ, Vernois J. Percutaneous surgery for metatarsalgia and the lesser toes. Foot Ankle Clin. 2016;21(3):527–50.

114. Cintado Avilés MA. Percutaneous surgery of the foot : instruments and surgical technique for hallux valgus and metatarsalgias. Rev S And Traum y Ort. 2003;23(1):22–9.

115. Hugo V, Pedroza V, Marmolejo AL, Ramírez AI, Gómez JC, Gustavo F, et al. Eficacia de la cirugía mínimamente invasiva en el antepié de los niños. Acta Ortopédica Mex medigraphic. 2008;22(1):19–25.

116. Archundia García A. Respuesta metabólica al traumatismo quirúrgico. In: García A. García A Ed. Abel Archundia García, editores. Cirugía 1. Educación quirúrgica. 6ª ed. New York: McGraw Hill Interamericana; 1996.

117. Nieto E. Rodriguez A. Anestesia del pie. Puntos diana. Glosa E, editor. Barcelona; 2011.

118. Arribas Blanco JM, Esteve Arrola B. Anestesia local y locorregional en cirugía menor. Semer Fam. 2001;27(9):471–81.

119. Ramírez-Gómez M, Schlufter-Stolberg RM, Chao-Rueda MI. Eficacia anestésica de los bloqueos periféricos a nivel de tobillo en cirugía de pie. Rev Mex Anestesiol. 2013;36(1):14–25.

120. May SE, Schatzman B. Anestesia regional. Segredos Em Anestesiol. 1997;536–42.

121. Wildsmith JA, Gissen AJ, Takman B, Covino BG. Differential nerve blockade: esters v. amides and the influence of pKa. Br J Anaesth. 1987 Mar;59(3):379-84.

122. Piqué-Vidal C. The effect of temperature elevation during discontinuous use of rotatory burrs in the correction of hallux valgus. J Foot Ankle Surg. 2005;44(5):336–44.

123. Krause WR, Bradbury DW, Kelly JE, Lunceford EM. Temperature elevations in orthopaedic cutting operations. J Biomech. 1982;15(4):267-75.

124. Eriksson AR, Albrektsson T, Albrektsson B. Heat caused by drilling cortical bone: temperature measured in vivo in patients and animals. Acta Orthop Scand. 1984;55(6):629–31.

125. Reina N, Laffosse JM. Biomecánica del hueso: aplicación al tratamiento y a la consolidación de las fracturas. EMC - Apar Locomot. 2014;47(3):1–17.

126. Lluis Castillo Sánchez. Patologías susceptibles de cirugía MIS. Artigo. 1945;11–5.

127. Ramírez Leonor; Nieto E.; Nieto González E. Protocolos posoperatorios. Materiales y vendajes: primer radio, dedos, metatarsianos, quinto radio. Multitécnicas. In: editorial Glosa, editor. Cirugía mínimamente invasiva del pie. Barcelona; 2017. p. 241–9.

128. Weil L Jr, Bowen M. Scarf osteotomy for correction of hallux abducto valgus deformity. Clin Podiatr Med Surg. 2014 Apr;31(2):233-46.

129. Catena F, Doty JF, Jastifer J, Coughlin MJ, Stevens F. Prospective study of hammertoe correction with an intramedullary implant. Foot Ankle Int. 2014;35(4):319–25.

130. Colloff, B., & Weitz EM. Proximal phalangeal osteotomy in hallux valgus.pdf. Clin Orthop Relat Res. 1967;54:105–14.

131. Arauz Y, Vecchio D. Osteotomía de Akin percutánea combinada para el

tratamiento del hallux valgus . ¿ Es una técnica segura ? ¿ Es necesaria la osteosíntesis ? Tobillo y pie Argentina. Tornazelo e pé (April 2016):1–5.

132. Yañez Arauz JM, Del Vecchio JJ, Codesido M, Raimondi N. Minimally invasive Akin osteotomy and lateral release: anatomical structures at risk-A cadaveric study. Foot (Edinb). 2016 Jun;27:32-5.

133. Sanhudo JA. Clinical tip: modified Akin osteotomy. Foot Ankle Int. 2005 Oct;26(10):901-2.

134. Frey C, Jahss M, Kummer FJ. The Akin procedure: an analysis of results. Foot Ankle. 1991;12(1):1–6.

135. Amaya J. Osteotomía sustractiva de la primera falange del hallux con cirugía percutánea. Rev Asoc Argent Ortop Traumatol. 2003;73(4):342–8.

136. Nieto García E, Ramírez Andrés L, Nieto González E. Técnicas O.D.I. en cirugía de mínima incisión. 2007;22–8.

137. Teatino JA. Técnicas quirúrgicas digitales actuales. Cirugía digital mínimamente invasiva (M.I.S.). In: Elsevier, editor. Podología quirúrgica. Madrid; 2006. p. 111-121.

138. Teatino JA. Cirugía de los dedos medios. In: Mileto Ed, editor. Cirugía podológica técnicas de mínima incisión. Madrid; 2004. p. 129-145.

139. Redfern D, Perera AM. Minimally invasive osteotomies. Foot Ankle Clin. 2014;19(2):182–9.

140. Herranz L. Índice tobillo brazo para la evaluación de la enfermedad arterial periférica. Av Diabetol. 2005;21(I):224–6.

141. Kakwani R, Siddique M. Clinical rating systems for the ankle-hindfoot, midfoot, hallux, and lesser toes. Class Pap Orthop. 2014;217–9.

142. Feliu C, Vidal N, Conesa X. Escalas de valoración en cirugía ortopédica y traumatología. Trauma. 2010;21:34–43.

143. Guyton GP. Theoretical limitations of the AOFAS scoring systems: an analysis using Monte Carlo modeling. Foot ankle Int. 2001;22(10):779–87.

144. Kitaoka HB, Alexander IJ, Adelaar RS, Nunley JA, Myerson MS, Sanders M. Clinical rating systems for the ankle-hindfoot, midfoot, hallux, and lesser toes. Foot Ankle Int. 1994;15(7):349–53.

145. Perren SM. Fracture healing: fracture healing understood as the result of a fascinating cascade of physical and biological interactions. Part II. Acta Chir Orthop Traumatol Cech. 2015;82(1):13–21

146. Gajdobranski D ZD. New physiologic aspects of fracture healing. Med Pregl. 2003;Jan-Feb;56:39–42.

147. Domínguez PB, Manchado MM, Sánchez JC, Moreno GF, Álvarez AP, Infanta H, et al. Cirugía percutánea del pie : instrumental y técnica quirúrgica del hallux valgus y metatarsalgias. Rev Soc Andaluza Traumatol Ortoped. 2007;23(1):22–9.

148. Ramírez L, Nieto E. Instrumental en técnicas de cirugía de mínima incisión. Instrum Tec Cirug Minim Incis. 2004;15(5):244–99.

149. Joan Lozano Freixas. Cirugía mínimamente invasiva de partes blandas. In: Nieto García E, editor. Cirugía mínimamente invasiva del pie. Barcelona: Glosa; 2017. p. 77–84

150. Molina V, Gil MV. Cambio de vendaje corrector en cirugía percutánea del pie. 2010;17–20.

151. Schrier JCM, Louwerens JW, Verheyen CCPM. Opinions on lesser toe deformities among dutch orthopaedic departments. Foot Ankle Int. 2007;28(12):1265–70.

152. Louwerens J. European surgical orthopaedics and traumatology. Berlin: Springer-Verlag; 2014. 3407-973.

153. I Isham SA, Nunez OE. Isham Hammertoe procedures for the correction of lesser digital deformities. In: Maffulli N, Easley M, editors. Minimallinvasive surgery of the foot and ankle. London: Springer London; 2011. p. 171–83.

154. Redfern DJ, Vernois J. Percutaneous surgery for metatarsalgia and the lesser toes. Foot Ankle Clin. 2016;21(3):527–50.

155. Kelikian AS, Sarrafian SK, Sarrafian SK. Sarrafian's anatomy of the foot and ankle: descriptive, topographical, functional. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2011.

156. Malhotra K, Davda K, Singh D. The pathology and management of lesser toe deformities. EFORT Open Rev. 2016;1(11):409–19.

157. Debarge R, Philippot R, Viola J, Besse JL. Clinical outcome after percutaneous flexor tenotomy in forefoot surgery. Int Orthop. 2009 Oct 18;33(5):1279–82.

158. Angirasa, Arush K. Augoyard M, Coughlin MJ, Fridman R, Ruch J, Weil L. Hammer Toe, mallet Toe, and claw Toe. Foot Ankle Spec. 2011 Jun 22;4(3):182–7.

159. De Prado M, Ripoll PL, Vaquero J, Golanó P. Tratamiento quirúrgico percutáneo del hallux valgus mediante osteotomías múltiples. Rev Esp Cir Ortop Traumatol. 2003;47(6):406–16.

160. Smith BW, Coughlin MJ. Treatment of hallux valgus with increased distal metatarsal articular angle: use of double and triple osteotomies. Foot Ankle Clin. 2009 Sep 1;14(3):369–82.

161. Bösch P, Wanke S, Legenstein R. Hallux valgus correction by the method of Bösch: a new technique with a seven-to-ten-year follow-up. Foot Ankle Clin. 2000 Sep;5(3):485–98.

162. Zwipp H, Rammelt S. Técnicas quirúrgicas en ortopedia y traumatología.. Ediciones Doyma, S.A; 1992. 182–197.

163. Cases JÓI. Tratamiento quirúrgico de las deformidades digitales de los pies. artroplastia versus cirugía mínimanete invasiva. Rev Int Ciencias Podol. 2009;3(2):7–25.

164. Newman RJ, Fitton JM. An evaluation of operative procedures in the treatment of hammer toe. Acta Orthop. 1979;50(6):709–12.

165. Llanos Alcázar LF, Maceira Suárez E, Larraínzar Garijo R. Complicaciones y secuelas de la cirugía del antepié derivadas de las osteotomías del primer radio. Rev Ortop y Traumatol. 2007;51(5):91–101.

166. Gilheany M, Baarini O, Samaras D. Minimally invasive surgery for pedal digital deformity: an audit of complications using national benchmark indicators. J Foot Ankle Res. 2015 Dec 21;8(1):17.

10. ANEXOS

10.1. Anexo 1: Cuestionario de Salud

SEA BIENVENIDO A ESTA CONSULTA

Cumplimentar las siguientes preguntas, agilizará el conocimiento de su problema y a realizar su Historia Podológica.

Si Vd. Necesita alguna ayuda o aclaración, pregúntenos.

Nº H°		FECHA	
		Remitido por	

DATOS PERSONALES

Nombre y Apellidos					
Dirección					
Ciudad		CP		EDAD	
Ocupación				Teléfono	

ENCUESTA DE AUTO-CHEQUEO	SI	NO
¿Goza de buena salud?	☐	☐
¿Curan sin dificultad sus heridas, cortes o lesionas?	☐	☐
¿ Padece hemorragias prolongadas?	☐	☐
¿Tiene antecedentes diabéticos personales o familiares?	☐	☐
¿Es Vd. Alérgico/a a algún medicamento o anestésico local? Si la pregunta anterior es afirmativa, indique a cuál de ellos.....	☐	☐
¿Ha sido Vd. Tratado/a alguna vez, de problemas cardiacos, asma,epilepsia,pérdida de conocimiento,fiebre reumática,riñón o hígado	☐	☐
¿Ha padecido hepatitis o enfermedad contagiosa grave?	☐	☐
¿Sufrió Vd. alguna enfermedad u operación importante?	☐	☐
¿Es portador de marcapasos o piezas metálicas colocadas por su estomatólogo o traumatólogo?	☐	☐
¿Ha tenido Vd. calambres o contracturas de los pies o piernas?	☐	☐
¿Es la primera vez que consulta por el problema actual? En caso afirmativo,¿a quién acudió?.....		
¿Qué medicación está tomando actualmente y para qué?		

Firma del paciente o representante

10.2. Anexo 2: Historia Quirúrgica

HISTORIA QUIRURGICA

		FECHA	
PACIENTE		EDAD	
		Nº Hª	
Alergias		Ag H	
Diabetes		Otras	

Motivo de la Consulta

Antecedentes person

Tratamientos Previos

EXPLORACION FISICA

(Edemas,Simetrías, Trofismo muscular,Piel, Uñas...)

EXPLORACIONES COMPLEMENTARIAS

INFORME RADIOLOGICO

P.D.	P.I.

EXPLORACION VASCULAR

Tensión Arterial MS	Derecha	Sistólica		Diastólica	
	Izquierda	Sistólica		Sistólica	
				Pulsaciones p/minuto	pmm

PIE DERECHO				PIE IZQUIERDO			
PSM		I. Yao - P.		PSM		I. Yao - P.	
		T. Post				T. Post	
DOPPLER		T. Ant		DOPPLER		T. Ant	
		ID				ID	

DIAGNOSTICO PREOPERATORIO

PIE DERECHO	PIE IZQUIERDO

INTERVENCION PROPUESTA

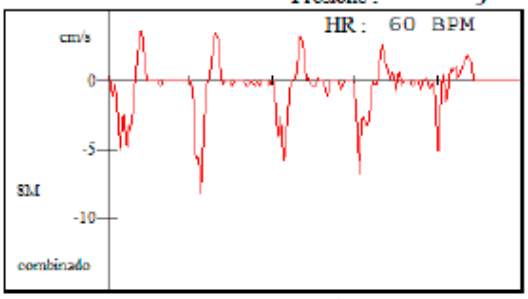
PIE DERECHO	PIE IZQUIERDO

Trat. Pre.		DOR	

10.3. Anexo 3: Doppler

Médico:

Derecha		Izquierda	
Tibial Posterior	Presione : mmHg HR : 60 BPM	Tibial Posterior	Presione : mmHg HR : *** BPM



Velocidad Punta : -6,3 cm/s

Velocidad Punta : ***,* cm/s

Dorsalis Pedis	Presione : mmHg HR : 62 BPM	Dorsalis Pedis	Presione : mmHg HR : *** BPM

Velocidad Punta : -17,0 cm/s

Velocidad Punta : ***,* cm/s

Resultado Test ITB

>= 1,31
No compresible
0,91-1,30
Normal
0,41-0,90
De Medio a Moderado E.V.P.
0,00-0,40
Severo E.V.P.

Presiones(mmHg)

Derecha	Lugar	Izquierda
187	Brazo	
	Tobillo	
153	Dedo Grodo	
	ABI	
0,81	TBI	

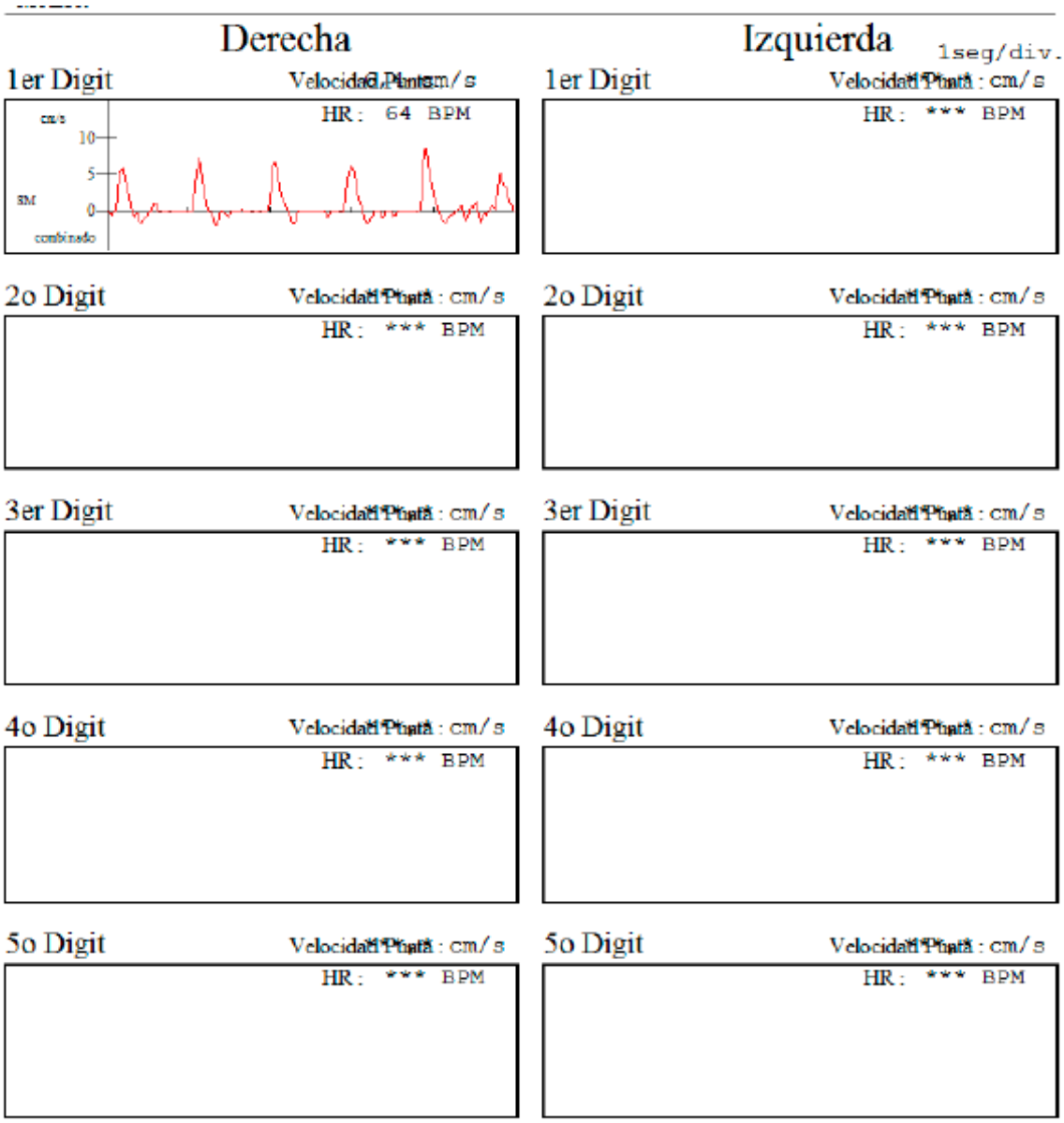
Resultado Test IDB

>= 0,70
Normal
0,00-0,69
Anormal

Hirsch et al. 2005 ACC/AHA Practice Guidelines

Notas:

Smart-V-Link(R)
Hadeco



Presiones(mmHg)

Derecha	Lugar	Izquierda
187	Brazo	
153	Dedo Grodo	
0,81	TBI	

Smart-V-Link(F)
Hadeco

10.4. Anexo 4: Consentimiento informado

enieto
PODÓLOGOS

AUTORIZACIÓN PARA PRACTICAR CIRUGÍA DEL PIE
CONSENTIMIENTO INFORMADO

El/La paciente:
o en su nombre
en calidad de , autoriza al Podólogo a realizar el siguiente tratamiento con Cirugía de Mínima Incisión.

Así mismo, manifiesta, hasta donde alcanza su conocimiento ser alergica/o a

El propósito principal de la intervención, consiste en intentar corregir la deformidad, paliar o mejorar la sintomatología dolorosa y prevenir la aparición de otras deformidades, como: dedos en garra, hiperqueratosis y subluxaciones, etc.

Cualquier intervención quirúrgica, por su propia técnica y por la situación vital de cada paciente (diabetes, cardiopatías, hipertensión, edad...), lleva implícita una serie de complicaciones que pueden requerir tratamientos complementarios tanto médicos como quirúrgicos.

Las complicaciones de la Intervención Quirúrgica para el Hallux Valgus, dedos, metatarsianos y retropié pueden ser:

Recidiva de la deformidad.
Desalineación digital.
Acortamientos digitales y/o metatarsales.
Adormecimiento de los dedos por lesión de los nervios digitales.
Hematomas.
Limitación del movimiento de las articulaciones metatarsofalángicas e interfalángicas.
Infección de la herida quirúrgica, ya sea superficial o profunda con afectación de estructuras internas.
Trombosis venosa profunda.
Retrasos de consolidación ósea y en ocasiones posibilidad de no unión fragmentaria.
Callos óseos hipertróficos.
Resultados estéticos no deseados.
En ocasiones las molestias residuales o la no obtención de resultados óptimos, pueden requerir una segunda intervención.
Cicatrices queloideas.

Si durante la intervención surgiera algún imprevisto o se considera necesaria la ejecución de alguna técnica quirúrgica complementaria, el podólogo podrá variar los gestos quirúrgicos programados.

Existe la posibilidad de necesitar tratamiento ortopédico posterior a la intervención, bien sea por molestias residuales, o por que el paciente padezca una alteración biomecánica previa.

La aparición de edema residual y persistente durante meses, puede ser propio de la técnica, sin que ello signifique que exista patología secundaria.

Implícitamente se autoriza la exploración previa, física y de laboratorio, anestesia local, tratamiento medicamentoso, así como la toma de fotografías y filmación con fines exclusivamente científicos.

Las preguntas formuladas hasta este momento al Podólogo han recibido respuesta y ésta ha sido comprendida.

Logroño a de 2012

Fdo.: El Paciente Fdo.: El Podólogo

REVOCACIÓN DEL CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo, D./Dña
Revoco el consentimiento prestado en fecha y no deseo proseguir el procedimiento/tratamiento, que doy con esta fecha por finalizado.

Logroño a de 2012

Fdo.: El Paciente Fdo.: El Podólogo

Ley Orgánica 15/1999, de 13 de Diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal. Los datos de Carácter Personal recogidos en el presente formulario serán incorporados a un fichero titularidad de la CLÍNICA PODOLÓGICA E. NIETO, S.L. e inscrito en la Agencia Española de Protección de Datos, creado con la finalidad de dar respuesta a las consultas de los usuarios. Puede ejercer los derechos de Acceso, Cancelación, Rectificación y Oposición dirigiéndose a clinica@enietopodologos.com

10.5. Anexo 5: Escala AOFAS

	ESCALA AOFAS				
		Nº Hª			
		FECHA			
DOLOR 40 ptos			PRE	6 MESES	1 AÑO
DOLOR	NO	40			
	MEDIO. OCASIONAL	30			
	MODERADO. DIARIO	20			
	SEVERO. SIEMPRE PRESENTE	0			
FUNCION 45 ptos					
LIMITACIONES DE LA ACTIVIDAD	SIN LIMITACIONES	10			
	CON LIMITACIONES DE CIERTAS ACTIVIDADES DIARIAS	7			
	LIMITACIONES DE TODAS LAS ACTIVIDADES DIARIAS	4			
	LIMITACION SEVERA DE LA ACTIVIDAD DIARIA	0			
CALZADO	CALZADO DE MODA, CONVENCIONAL, NO PLANTILLA	10			
	ZAPATO CONFORTABLE, PLANTILLA	5			
	ZAPATOS ORTOPÉDICOS O ESPECIALES	0			
MOVILIDAD MTTF (dorsi y plantar flexión)	NORMAL O LIGERA RESTRICCIÓN (>75º)	10			
	RESTRICCIÓN MODERADA (30-74º)	5			
	RESTRICCIÓN SEVERA (<30ª)	0			
MOVILIDAD INTERFALÁNGICA(flex. Plantar)	SIN RESTRICCIÓN	5			
	RESTRICCIÓN SEVERA	0			
ESTABILIDAD METATARSOFALÁNGICA	ESTABLE	5			
	INESTABLE O LUXABLE	0			
HIPERQUERATOSIS BAJO LA MTTF	SIN HIPERQUERATOSIS O ASINTOMÁTICOS	5			
	QUERATOSIS SINTOMÁTICAS	0			
ALINEACIÓN 15 Ptos					
ALINEACIÓN	BUENA, DEDOS BIEN ALINEADOS	15			
	DEFICIENTE, DEDOS CON ALGO DE DESALINEACIÓN	8			
	POBRE, SEVERA DESALINEACIÓN SINTOMÁTICA	0			
	PUNTUACIÓN TOTAL				

10.6. Anexo 6: Hoja de Medicación

enieto
PODÓLOGOS

TRATAMIENTO Y ATENCIONES
DESPUES DE LA INTERVENCIÓN

PACIENTE:

MEDICAMENTOS Y DOSIS RECOMENDADAS:

1.- ;cada horas si sufre dolor.

2.- ;cada horas durante días

3.- ;cada horas durante días

CUIDADOS Y OBSERVACIONES:

Inmediatamente después de la intervención, deberá mantener el **pie elevado** el mayor tiempo posible, pudiéndose levantar al baño, a comer....

En la cama meterá debajo del colchón una almohada, para conseguir tener **más alta** la zona de los pies.

Si excepcionalmente aparece manchado de sangre el vendaje, **no lo retire**. Ponga sobre la zona una almohadilla de algodón y fíjela con un segundo vendaje ligeramente compresivo. Eleve el pie durante unos minutos, y aplíquese una bolsa de hielo.

En ningún caso debe apoyarse el pie operado sin el calzado adecuado.

Si después de la toma de algún medicamento aparece una **reacción indeseable**, o ante **cualquier otra eventualidad**, avise a la consulta o póngase en contacto con nosotros, llamando a los teléfonos:

941255566 **607771365**
941207124 **678418020**

RECUERDE QUE SUS PRÓXIMAS VISITAS SERAN:

1ª El día.....a las.....horas.
2ª El día.....a las.....horas.

10.7. Anexo 7: Informes

enieto
PODOLOGOS

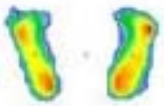
PACIENTE:
FECHA:

Paciente que acude a consulta el 10 de Diciembre de 2013 relatando que fue intervenida de ambos pies habiéndole practicado una artrodesis de la articulación subastragalina. (pie izquierdo hace 4 años y derecho hace 1 año).

Con fecha 27 de Enero de 2014 se le interviene con cirugía de mínima incisión realizándole Exostectomía FD lateral del 5ª dedo del pie izquierdo.

Actualmente presenta en el pie izquierdo hallux valgus con diastasis 1-2 dedos y abducción de todos los dedos evidente tanto en bipedestación como sin apoyo.

En la exploración biomecánica se comprueba la existencia de un genu valgo importante con artrodesis de la articulación subastragalina, pie plano valgo irreductible con varismo compensatorio de antepié y huella plana en ambos pies.

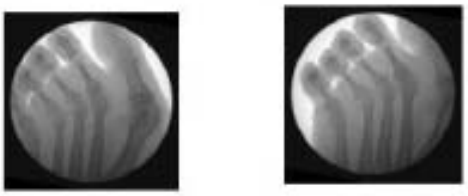


Podólogos:
Eduardo Nieto García. Colg. nº 838260002
Elena Nieto González. Colg. nº 838260043
Leonor Ramírez Andrés. Colg. nº 838260018

Informe 2

enieto
PODOLOGOS

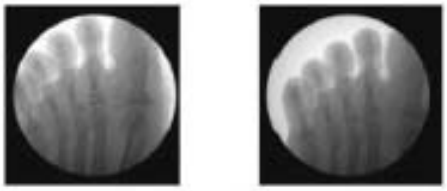
En el estudio fluoroscopico presenta Hallux Valgus agudo con Index Minus, 2, 3 y 4 MTT hiperlongos y plantarflexionados y 2º, 3º, 4º y 5º dedos en abducción.



Fluoroscopias preoperatorias

Con fecha 1 de febrero de 2016 se le interviene de su pie izquierdo con cirugía de mínima incisión, realizándole las siguientes técnicas:

Primer radio: exostectomía dorso-lateral, T.Add y Akin.
2º, 3 y 4 MTT: osteotomía capital elevadora.
2º, y 5º dedos: ODI medial FP.
3º y 4º dedos: ODI medial FP y ODI FM



Fluoroscopias postoperatorias

Le será realizada la primera cura a las 48 horas y posteriormente curas semanales.

Podólogos:
Eduardo Nieto García. Colg. nº 838260002
Elena Nieto González. Colg. nº 838260043
Leonor Ramírez Andrés. Colg. nº 838260018

Informe 3

enieto
PODÓLOGOS

Siendo dada de alta a los 45 dias.

Foto y Fluoroscopia alta

Fdo.: Eduardo Nieto Garcia
Podólogo Colg. nº 838260002

10.8. Anexo 8: Hoja Quirúrgica

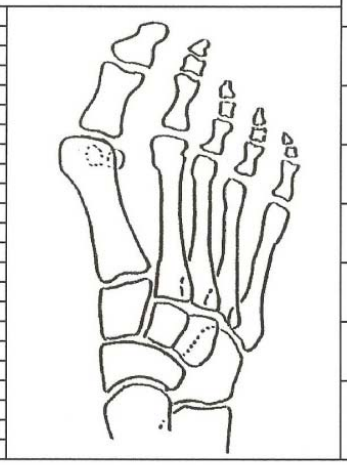
enieto PODÓLOGOS

PIE DERECHO

Nº Hª	

Paciente:		Fecha Interv.:	
Medicación			

Evolución postoperatoria



PIE DERECHO	
1	
2	
3	
4	
5	
MTT	
OTRAS	

Observaciones	

10.9. Anexo 9: Comité Ético

UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN

Nº Registro: 102/2007

Acta de la reunión de la Comisión de Bioética de la Universidad de Extremadura

PRESIDENTE
Dr. Juan Manuel Sánchez Guzmán
Vicerrector de Investigación.

VOCALES

Dr. Francisco Soler Rodríguez
Dr. Juan Antonio Rosado Dionisio

SECRETARIO

Dra. María Ángeles Tormo García

En Badajoz a las 10.00 horas del día 21 de diciembre 2007, se reúne la Comisión de Bioética que se cita al margen en la Sala de Juntas del Consejo Social de la UEx.

Estudiada la documentación aportada, la Comisión de **Bioética de la Universidad de Extremadura**, acuerda por unanimidad informar positivamente el Proyecto de Investigación titulado: **"MODIFICACIONES BAROPODOMÉTRICAS EN EL ANTEPIÉ DESPUÉS DE LA CIRUGÍA PERCUTÁNEA DEL HALLUS VALGUS.."**, siendo el Investigador Principal el Prof. Alfonso Martínez Nova, por considerar que cumple con toda la normativa vigente al efecto.

En fecha y lugar *ut supra*.

EL PRESIDENTE DE LA COMISIÓN

Dr. Juan Manuel Sánchez Guzmán

10.10. Anexo 10: Artículo publicado

Nieto-García et al. Journal of Orthopaedic Surgery and Research (2019) 14:308
https://doi.org/10.1186/s13018-019-1353-0

Journal of Orthopaedic Surgery and Research

RESEARCH ARTICLE Open Access

The impact of associated tenotomies on the outcome of incomplete phalangeal osteotomies for lesser toe deformities

Eduardo Nieto-García[1], Javier Ferrer-Torregrosa[2*], Leonor Ramírez-Andrés[2], Elena Nieto-González[2], Alfonso Martínez-Nova[3] and Carlos Barrios[4]

Abstract

Background: Partial or incomplete osteotomy (IO) of the phalanx is recently described in the literature. However, the clinical outcome and the rate of complications when applied to lesser toe deformities (LTD) have been never addressed. This study aims to find out if the association of tenotomies to incomplete or partial phalanx osteotomies has a significant impact on the clinical outcomes, the occurrence of complications, and the recovery time after surgery.

Methods: A retrospective review of two cohorts of cases operated in our institution for hallux abductus valgus (HAV) and associated LTD from 2008 to 2014 was carried out. The surgical correction of both HAV and the associated LTD was always performed by minimally invasive techniques. The study included a total of 223 patients (723 IO in 556 toes). In 129 cases, the IO for LTD correction was performed without tenotomies, and in 94, the procedure was combined with flexor and/or extensor tenotomies. Patients were assessed with the American Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS) questionnaire before surgery and at 6- and 12-month follow-up.

Results: The mean preoperative AOFAS score before surgery was similar in both cohorts. At 12-month follow-up, the cohort without tenotomies showed better recovery (95.7 ± 2.8 versus 92.5 ± 6.8; $p < 0.01$). AOFAS scores decreased as the number of associated LTD increased ($r = -0.814$; $p < 0.0001$). Cases operated on by PO + tenotomy showed a high rate of complications such as delayed union of the osteotomy ($p < 0.01$), hypertrophic callus ($p < 0.01$), phalangeal fracture at the osteotomy site ($p < 0.01$), and lack of correction ($p < 0.05$). The overall occurrence of adverse events was 38.6% in cases operated by PO + tenotomy and 13.9% in cases receiving PO alone ($p < 0.0001$). Cases operated on without tenotomy showed a shorter time to complete recovery for daily life activities (37.4 ± 2.3 versus 43.0 ± 1.7 days; $p < 0.01$).

Conclusion: The performance of associated tenotomies to incomplete phalanx osteotomies provides worse clinical outcomes, higher complication rates, and longer recovery time as compared to similar forefoot surgeries without tenotomies.

Trial registration: The study was based on retrospectively registered data starting on May 24, 2008.

Keywords: Lesser toe deformities, Percutaneous osteotomies, Tenotomy, Forefoot surgery, Minimally invasive surgery, Complications

* Correspondence: javierferrer@ucv.es
[2]School of Physiotherapy and Podiatry, Valencia Catholic University, Ramiro Maeztu 14, 46900 Torrent, Valencia, Spain
Full list of author information is available at the end of the article

BMC

© The Author(s) 2019 **Open Access** This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons license, and indicate if changes were made. The Creative Commons Public Domain Dedication waiver (http://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/) applies to the data made available in this article, unless otherwise stated.

Introduction

Lesser toe deformities (LTD) are highly frequent in the general aging population and may be associated with significant morbidity [1, 2]. These deformities occur gradually, often affect multiple toes, and are regularly associated to hallux abductus valgus (HAV) [3]. The progression of the deformity is commonly related to an imbalance between the forces of the extensor and flexor tendons about the proximal or distal interphalangeal joints [4]. Most of the LTD evolve despite podiatric care and lastly require surgical treatment. A Swedish experience based on extensive data registries suggests that almost a quarter of patients undergoing forefoot surgery had also lesser toe procedures performed [5]. Arthroplasty and arthrodesis are still widely used techniques despite their functional squeals [6–10]. The impact of associated surgeries for correction of LTD in terms of complication occurrence and final recovery after HAV is still a matter of controversy.

Minimally invasive surgery (MIS) involves bony or soft tissue procedures performed through a small incision, without direct visualization on the anatomical structures [11].

MIS techniques are attractive procedures because of their advantages: reduced soft tissue damage, shorter length of surgery and hospital stay, lower post-operative pain, and reduced infection risk. The results seem similar to those obtained using the various open techniques, although the wide range of clinical conditions makes comparisons difficult [11, 12].

One of the MIS procedures for LTD is the partial or incomplete osteotomy (IO) of the phalanges which consists of a unicortical osteotomy retaining an intact portion of the phalanx that may act as a fulcrum allowing the closure of the osteotomy. The first described IO was applied on the proximal phalanx of the first finger (modified Akin technique) [13, 14]. Based on their behavior, the design and execution were transferred to the rest of the phalanges of the minor toes, second to fifth. Multiple IOs can be performed in the same finger with different designs since each digital deformity is different [15, 16].

The goal of IO is to obtain a digital realignment that permits to recover the balance between the extrinsic and intrinsic musculature without needing to perform surgical procedures on tendon structures. In this way, the interphalangeal joints could reestablish their physiological functionality. IOs are techniques especially indicated for reducible or semi-rigid deformities of the fingers [17].

The surgical technique of IO has been well described in the literature [16, 17]. However, the clinical outcome and the rate of complications of IO applied to LTD have never been addressed. This study aims first to analyze the clinical impact of the associated surgical procedures performed at the lesser toes at the time of HAV correction. Second and more specifically, this study evaluates the clinical efficacy and safety of IO procedures for correction of second to fifth digital deformities, focusing the more frequent complications. Third, this study analyzed if the association of tenotomies to IO techniques to correct LTD has a significant impact on the clinical outcomes, the occurrence of complications, and the recovery time after surgery.

Methods

Participants

From 2008 to 2014, a total of 457 patients were operated on in our institution for HAV and associated LTD. Out of these, 223 patients were selected for the final study according to the following criteria related to the type of LTD: (i) reducible deformity of the proximal interphalangeal joint in any spatial plane, that is reducible hammer and claw toe; and (ii) soft tissue involvement with extensor and flexor tendon imbalance. Cases with non-reducible deformity of the proximal interphalangeal joint (rigid hammer or claw toes) and those with isolate rigid deformity of the distal interphalangeal joint (mallet toes) were excluded. Patients with previous surgeries of the lesser toes were also excluded.

The mean age of the final 223 patients with reducible hammer or claw toes was 59 years, with a predominance of women (n = 212; 95.1%). There were 16 (7.2%) diabetic patients and 6 (2.7%) with rheumatoid arthritis. The right foot was treated in 52.9% of cases.

The surgical procedure for correction of both HAV and the associated LTD was always performed by MIS techniques. Out of the 223 cases, 129 (57.8%) underwent correction of the LTD by phalangeal IO without additional tenotomies, and in 94 (42.2%), the procedure was combined with flexor and/or extensor tenotomies.

Fifteen days prior to surgery, all patients were interviewed in order to perform the preoperative tests and complete the American Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS) scale. For the purpose of this study, the lesser metatarsophalangeal-interphalangeal subscale was analyzed [18].

Surgical procedure

HAV correction was executed in all cases by performing Reverdin and Akin osteotomies following similar criteria of Biz et al. [12]. All procedures were performed under regional anesthesia in an office-based operation theater with fluoroscopic guidance.

As for the surgical treatment of LTD, the preservation of the cortical continuity at selected point is the differentiating element of IOs as compared to other types of phalangeal osteotomies. The cortical wall acts as a natural fixing device, avoiding the displacement of the fragments and preventing the segment from shortening (Fig. 1). Two particularly relevant features at the time of execution of the

phalangeal osteotomy should be considered in this study. The first is that the bone corrections were always performed starting from proximal to distal phalanges (Fig. 2). The second is that once the skeletal segments were realigned, an intra-surgical assessment of the reducibility of the deformity and the equilibrium achieved between the agonist and antagonist muscle groups responsible for the digital movement was assessed. In some cases, the irreducibility of the deformity required to act on the soft tissue structures, that is, on the extensor and/or the flexor digital tendons. The incomplete reducibility of the toe deformity after IO was the criteria to add tenotomies in this series of cases.

Postoperative protocol

Immediately after surgery, all patients were allowed to full weight-bearing, due to the design of the osteotomies, and the external fixing quality provided by the bandages. Patients were instructed to wear a post-surgical shoe with a rigid sole. Curing of the wounds was performed on a weekly basis. At each postoperative visit, a fluoroscopic check-up was completed to objectify the closure of the osteotomy, the maintenance and stability the phalangeal osteotomies, and adequacy of the bone segment position.

Between 30 and 40 days after surgery, when the formation of fibrous callus was verified in the performed osteotomies and the clinical evolution was satisfactory, the patient was allowed to perform his or her daily activities. Follow-up outpatient visits were carried out 6 and 12 months after surgery for clinical and radiological evolution control, recording again the AOFAS scale. All the complications found such as displacement, non-union, delayed consolidation, hypertrophic callus, and no correction were registered.

Statistical analysis

This was a retrospective study, and hence, pre-study sample size calculation was not performed. Descriptive statistical tests were first analyzed. Student t test, ANOVA, Mann-Whitney test, χ^2 test, and Fisher exact test were used in the statistical analyses of the variables depending on the nature of the variables and their intention for analysis. All statistical tests were performed using SPSS version 21 (SPSS, Inc., IBM, Chicago, IL), and $p \leq .05$ was considered significant.

Results

The demographic and clinicopathological characteristics of the two cohorts are summarized in Table 1. There were no differences among the two cohorts in age, sex distribution, laterality, and associated diseases. Of the 223 feet, 556 toes were operated (IO group, n lesser toes = 338; IO + tenotomy, n lesser toes = 218) with a total of 723 osteotomies (IO group, n = 436; IO + tenotomy, n = 287).

The mean preoperative AOFAS score before surgery was similar in both cohorts of patients with LTD (53.5 ± 10.9 for IO without tenotomy versus 53.4 ± 8.5 in cases with associated tenotomy). Six months after surgery, cases operated with IO alone showed better AOFAS scores than those patients receiving associated tenotomy (93.6 ± 3.4 and 89.7 ± 7.8 respectively; $p < 0.001$) (Fig. 3). Twelve months after surgery, the cohort without tenotomies showed also better recovery according to AOFAS scores (95.7 ± 2.8 for IO without tenotomy versus 92.5 ± 6.8, p = 0.001). At 6- and 12-month follow-up, there were no statistically significant differences between the cohorts of isolated HAV and those operated on for LTD with IO without tenotomies (94.5 ± 4.7and 95.7 ± 2.8 respectively).

Figure 4 shows the preoperative and the 12-month postoperative AOFAS mean scores discriminating the number of lesser toes operated on. The preoperative impairment of the AOFAS scores was dependent of the number of toes requiring surgical correction. The higher scores (less clinical impairment) were recorded in cases operated only of one lesser toe. AOFAS scores decreased as the number of associated LTD increased ($r = -0.814$; $p < 0.001$) (Fig. 5). Except for the cases

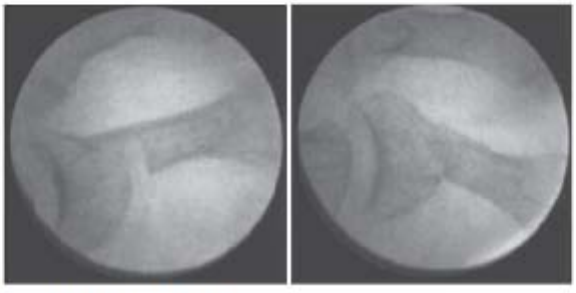


Fig. 1 Incomplete phalangeal osteotomy before and after closure

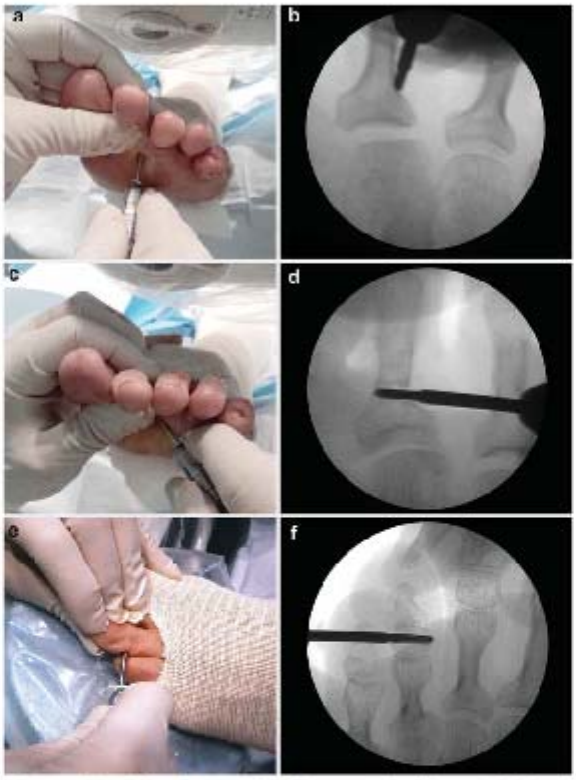


Fig. 2 Surgical planification of the incomplete phalangeal osteotomies. **a** Plantar approach of the proximal phalanx of the second toe. **b** Fluoroscopic view of the site of incomplete osteotomy. **c** Final stage of the incomplete osteotomy and **d** the fluoroscopic view. **e** Incomplete osteotomy at the second phalanx of the third lesser toe and **f** the fluoroscopic view

Table 1 Demographic and clinicopathological characteristics of patients

Characteristics	HAV + IO on LT (*n* = 129)	HAV + IO + tenotomy on LT (*n* = 94)	Significance
Age (mean ± SD)	59.6 ± 11.5	59.5 ± 11.3	0.358*
Sex, *n* (%)			
Male	5 (3.9%)	6 (6.4%)	0.533**
Female	124 (96.1%)	88 (93.6%)	
Laterality, *n* (%)			
Right	67 (51.9%)	51 (54.3%)	0.786**
Left	62 (48.1%)	43 (45.7%)	
Associated disease			
Diabetes	6 (4.6%)	10 (10.6%)	0.115**
Rheumatoid arthritis	2 (1.5%)	4 (4.2%)	0.242**

HAV hallux abductus valgus, *IO* incomplete osteotomy, *LT* lesser toe
*Unpaired *t* test
**Chi-square test

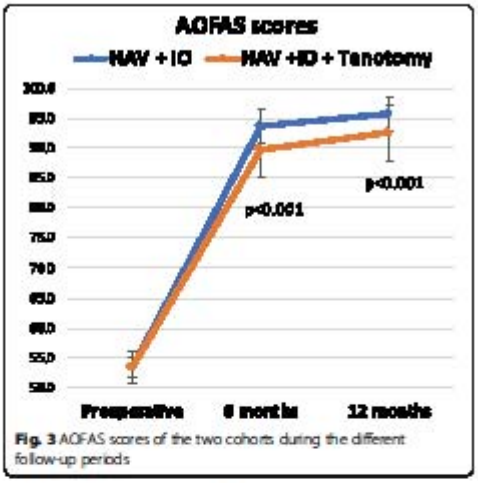


Fig. 3 AOFAS scores of the two cohorts during the different follow-up periods

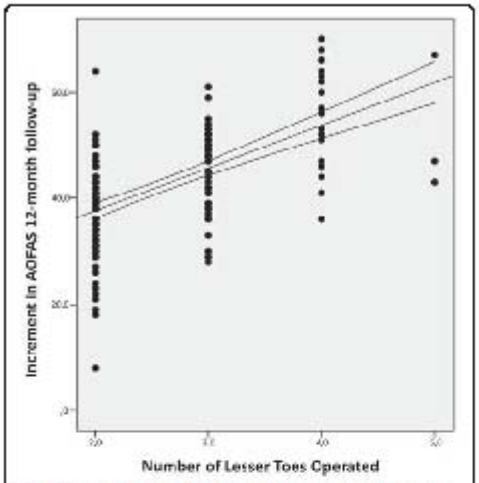


Fig. 5 Increment in AOFAS scores from preoperative period to 12-month follow-up in relation to the number of lesser toes operated. The lines indicate the tendency of the mean

requiring correction of all five toes, the recovery was independent of the number of toes operated in association with HAV surgery.

The number of complications related to surgery and the percentage of occurrence regarding the number of operated feet and the number of procedures is summarized in Table 2. Complications of the LTD procedures were accounted separately from those occurring on the first day. When the occurrence of adverse events was considered in relation to the number of performed procedures, the complication rate of IO + tenotomy resulted in 38.6% (111/287), while that of IO alone was 13.9% (61/436), having statistical differences that are highly significant ($p < 0.0001$). Taking all adverse events together, the complication ratio per patient was more than double in cases receiving IO + tenotomy (1.18 versus 0.47).

Cases operated on by IO + tenotomy showed a high rate of complications such as delayed union of the osteotomy (25.5% versus 6.6%; $p < 0.01$), hypertrophic callus

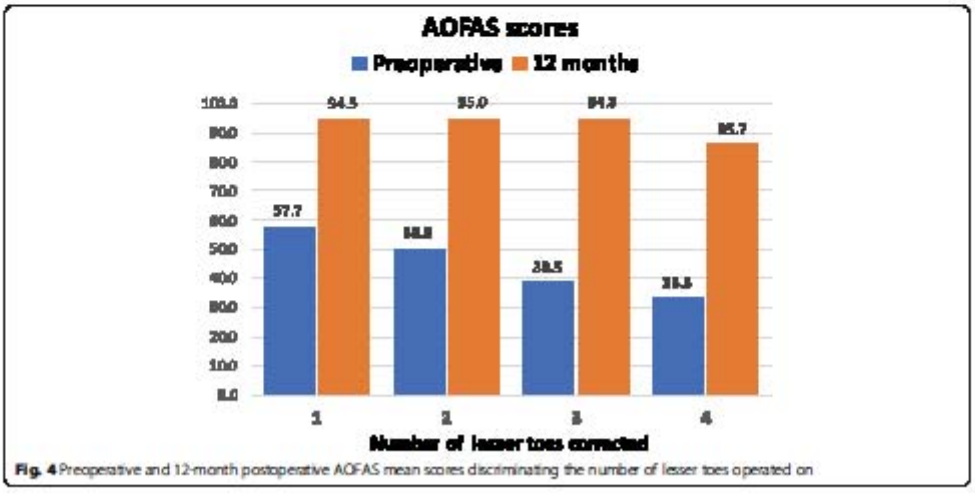


Fig. 4 Preoperative and 12-month postoperative AOFAS mean scores discriminating the number of lesser toes operated on

Table 2 Complications of the surgical procedures performed on the lesser toes in both cohorts

	IO			IO + tenotomy			Fisher's exact test significance	
	Events, *n*	Patients (%), *n* = 129	Procedures (%), *n* = 436	Events, *n*	Patients (%), *n* = 94	Procedures (%), *n* = 287	Patients	Procedures
Intraoperative phalangeal fracture	19	11.4	3.4	23	24.5	8.0	0.082	0.050
Postsurgical phalangeal fracture	3	1.8	0.5	12	12.8	4.2	0.002**	0.002**
Displacement	14	8.4	2.5	20	21.3	6.9	0.038*	0.003**
Delayed union	11	6.6	1.9	24	25.5	8.4	0.000‡	0.000‡
Hypertrophic callus	12	7.2	2.1	23	24.5	8.0	0.003**	0.002**
Non-union	0	–	–	1	1.1	0.3	0.421	0.397
Lack of correction	2	1.0	0.3	8	8.5	2.8	0.019*	0.017*

IO incomplete osteotomy
*$p < 0.05$, **$p < 0.01$; ‡$p < 0.001$

(24.5% versus 7.2; $p < 0.001$), postoperative phalangeal fracture at the osteotomy site (12.8% versus 1.8%; $p < 0.01$), displacement (21.3% versus 8.4%; $p < 0.05$), and lack of correction (8.5% versus 1.0%; $p < 0.05$). The only case of non-union occurred in the IO + tenotomy cohort. No statistically significant differences were found between the two cohorts as regards the intraoperative breakage of the cortical wall although was most frequent in the IO + tenotomy cohort. However, within the first 30 days after surgery, 3 phalanges (2.3%) developed breakage in the group without tenotomy and 12 in the group with tenotomy ($p < 0.05$).

Figure 6 shows the risk of complications per patient in relation to the number of operated lesser toes. Differences between both cohorts were statistically significant at all stages, being complications more frequent in the tenotomy group. In each group, the percentage of osteotomies with displacement of bone fragments, delayed union, or development of a hypertrophic callus increased as the number of operated lesser toes increased (Figs. 7, 8, and 9). The increase is especially relevant when three or four lesser toes are operated.

Cases operated on without tenotomy showed a shorter time to complete recovery for daily life activities (37.4 ± 2.3 versus 43.0 ± 1.7 days; Mann Whitney test, $Z = 11.813$, $p < 0.001$).

Discussion

To date, there is no consensus regarding the most appropriate surgical technique for LTD. Most likely, one of the reasons could be the wide variation in definitions of the deformities and indications for treatment. In a Dutch experience, a high proportion of orthopedic departments around the country had any protocol or agreement for

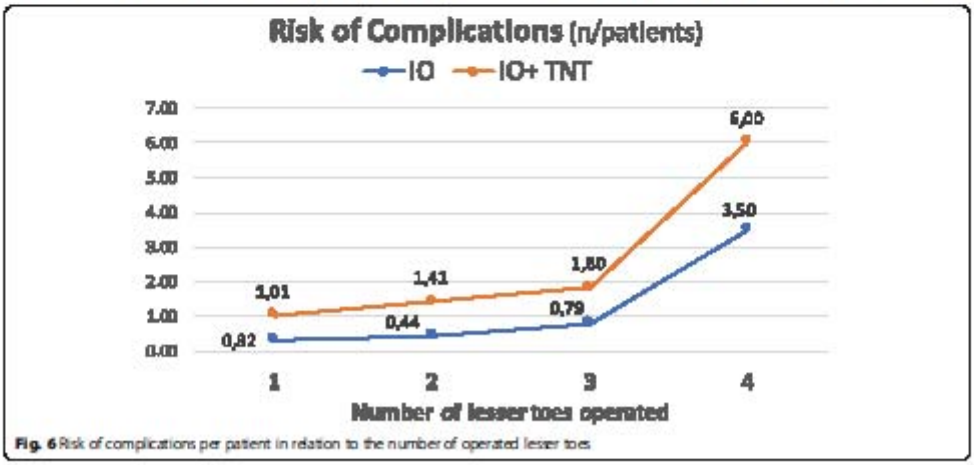


Fig. 6 Risk of complications per patient in relation to the number of operated lesser toes

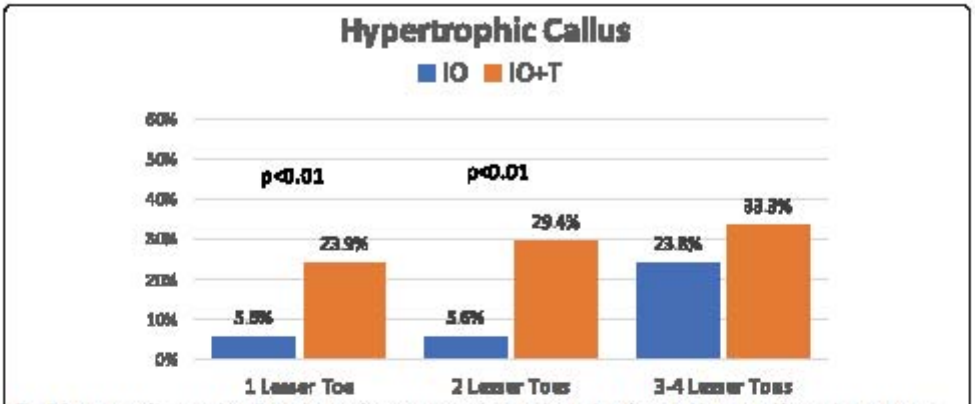


Fig. 7 Occurrence of hypertrophic callus at the site of osteotomies in relation to the number of operated lesser toes (IO: complete osteotomy; T: tenotomy)

the treatment of LTD [1]. This fact explained the broad spectrum in indications and performed interventions not only among the different hospitals but also within the departments.

Based on the latest evidence, several strategies for management of lesser toe deformities suggest different algorithms depending on the type of deformity [4]. These algorithms exclusively contemplate toe shortening procedures such as resection arthroplasty or arthrodesis, but never phalangeal osteotomies. For flexible mallet toes caused by a flexor digitus longus tight tendon, percutaneous flexor tenotomy is advocated to correct the deformity [3, 9].

The series include only cases with reducible hammer or claw toes, that is, flexible deformity of the proximal interphalangeal joint. Reducible hammer and claw toes were not considered clinically different and therefore were not analyzed separately within groups. Lesser toe deformities affecting the stiffness of the distal interphalangeal joint (rigid mallet toes) were excluded from the study because they commonly require resection arthroplasty or arthrodesis and cannot be treated by incomplete phalangeal osteotomies.

The treatments of lesser toes deformities by MIS are mostly based on soft tissue release, such as joint capsulotomies and tenotomies. The procedures on the bone depend on the residual deformities, the reducibility, and the toe length [11, 19, 20]. Some authors use complete osteotomies for the correction of digital

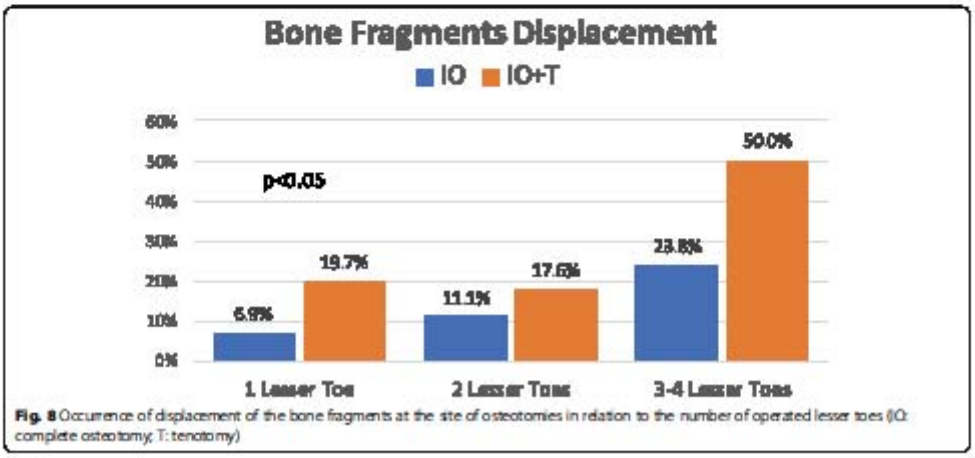


Fig. 8 Occurrence of displacement of the bone fragments at the site of osteotomies in relation to the number of operated lesser toes (IO: complete osteotomy; T: tenotomy)

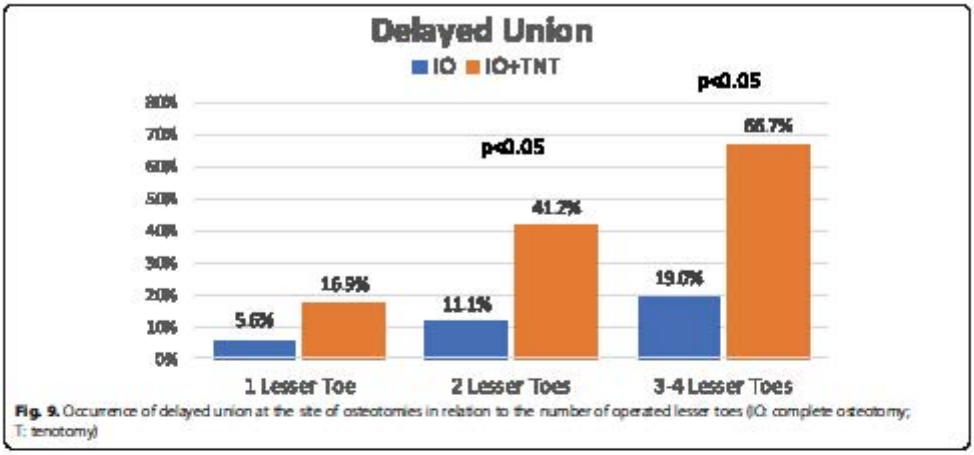


Fig. 9. Occurrence of delayed union at the site of osteotomies in relation to the number of operated lesser toes (IO: complete osteotomy; T: tenotomy)

deformities [21, 22], others perform unicortical osteotomies in certain pathologies [16, 23], but all of them follow the same protocol starting correction with soft tissue techniques.

Our proposal to treat LTD using IO techniques reverses the order of execution performing first the osteotomies in the bone segments, from proximal to distal. The procedures on soft tissues are finally carried out if the deformity requires additional actions in case of residual deformities. Recently, the European Federation of National Associations of Orthopaedics and Traumatology (EFORT) also suggests the addressing of proximal deformities prior to distal deformities [4, 9]. According to our practice, once the IOs are performed, the degree of correction and equilibrium achieved between the intrinsic and extrinsic muscle groups is intra-surgically assessed, then deciding whether or not to perform the flexor and/or extensor tenotomies.

The results obtained with the application of IO techniques (723 osteotomies in 556 toes) show a highly relevant functional improvement according to AOFAS scores. The current study addresses for the first time the clinical benefit of partial or incomplete phalangeal osteotomies by a commonly accepted measurement scale. AOFAS scores at 1-year follow-up show the clinical efficacy of IO technique using MIS for LTD. Outcomes are comparable to other studies performing digital arthrodesis and arthroplasty with open techniques [6–10, 16]. Although the AOFAS subscale focusing interphalangeal deformities of the lesser toes was only considered in this study, the results should be interpreted with caution. Some concerns have been raised with regard to AOFAS validity and reliability, but many clinicians continue to administer the AOFAS survey to patients. In fact, AOFAS scales continue to be some of the most widely used instruments in clinical studies, and they remain in use at a substantially higher rate than other scales that have been validated [23]. A relevant finding in our study is that the preoperative impairment of the AOFAS scores was dependent of the number of toes requiring surgical correction. Preoperative AOFAS scores decreased as the number of associated LTD increased. The clinical significance of these findings deserves further studies.

Most notably, the current study shows that the addition of flexor/extensor tenotomies to IO is also associated with good functional results, but worse than that found in cases without tenotomy. This finding is also confirmed by the earlier surgical discharge or the start of daily life activities in cases operated on by IO without tenotomies. Furthermore, the rate of adverse events was significantly higher when tenotomies were added to IO. Interestingly, in accordance with other MIS studies, no infection was found in the current series [24].

A commonly performed soft tissue MIS procedure in the lesser toes is a percutaneous flexor tenotomy. Debarge et al. [25] performed a percutaneous flexor tenotomy on 50 patients with clawing of the lesser toes secondary to shortening metatarsal scarf osteotomy. They found a 10% recurrence rate, and 4% of the patients developed complex regional pain syndrome. In cases with the same forefoot surgery but without flexor tenotomy, the rate of a toe grasping defect was significantly lower than in cases undergoing flexor tenotomy (4.3% versus 10%)

In the current series, the addition of a flexor/extensor tenotomy triggers some of the adverse events, particularly the percentage of delayed union, hypertrophic callus, bony fragments displacement, postsurgical phalangeal fracture, and final malunion. Previous studies indicate that some of these

adverse events can influence outcome after lesser toe surgery [26]. On the contrary, most of the Dutch orthopedic surgeons (65%) stated that, when attempting interphalangeal arthrodesis, malunion and pseudarthrosis do not influence postoperative outcome [1]. Other authors showed that fusion was not required for a successful result following arthrodesis in cases with hammer toe [27].

In the present study, 57.8% of the operated toes by IO did not require additional tenotomies. This fact indicates that the alignment of the bone segments obtained with the osteotomies was able to reestablish the harmonic balance between the agonist and antagonist muscle groups, responsible for the digital mechanics, without the need to act on tendons. The new distribution of the force vectors on the bone surfaces could create an adequate compression and stability of the bone fragments. The design of the osteotomies preserving part of the cortical wall could help to reduce complications [28], providing a satisfactory functional recovery with a shorten postoperative period. The principal limitation of MIS to achieve satisfactory results is the way to perform and monitor the postoperative dressings that maintain toe alignment.

Diabetes mellitus, rheumatic diseases, and smoking seem to predispose to higher complication rates [26, 28]. As in the Gilheany et al. series [24], comorbidities did not translate to increased complication rates in the current cohorts. Similarly, none of our patients required an intraoperative conversion to open repair. Finally, the inclusion of patients of advanced age (over the age of 75) did not negatively influence both complication rate and outcome.

The stability provided by the cortical continuity when performing IO and the appropriate external bandages, responsible for closing the inter-fragmentary gap, maintains the contact between the bony surfaces. As IO preserves the articular surfaces, they are particularly indicated in reducible or semi-reducible digital deformities. In cases with joint dislocation or a deformity that requires shortening of the digit, IO combined with other MIS techniques such as complete osteotomies, toe arthroplasty, or arthrodesis would be desirable.

Conclusion

Despite the limitations inherent to the variety of LTD, this study shows the clinical efficacy of the partial or incomplete osteotomies performed by MIS starting from proximal to distal phalanx in cases with reducible deformity of the proximal interphalangeal joint. Combined to the HAV correction, IO provides relevant functional improvement according to AOFAS functional scores. IO provides a satisfactory correction of LTD with functional and biomechanical restoration, and a low percentage of complications. These percutaneous techniques should be considered as an alternative to the conventional surgery of lesser toe deformities. Notably, the addition of flexor/extensor tenotomies to IO enhances the occurrence of adverse events particularly delayed union, hypertrophic callus, and postoperative phalangeal fracture. The avoidance of tenotomies supposes a lesser surgical aggression and a lower physiological response to the surgical trauma, achieving an earlier functional recovery. Further studies investigating the effectiveness of IO techniques are needed particularly focusing on long-term outcomes, as well developing treatment algorithms to guide clinical decision making.

Abbreviations

AOFAS: American Orthopaedic Foot and Ankle Society; HVA: Hallux abductus valgus; IO: Incomplete osteotomy; LTD: Lesser toe deformities; MIS: Minimally invasive surgery

Acknowledgements

Not applicable

Authors' contributions

ENGa performed the surgeries and analyzed and interpreted the data. JFT contributed to the study concept and design and participated in the figure designs. LRA and ENGz carried out the data collection and analysis. AMN contributed to the study concept and design and the interpretation of data. CB participated in the study design and the statistical analysis and was a major contributor in writing the manuscript. All authors read, discuss, and approved the final manuscript. The authors declare that this article represents honest work.

Funding

None

Availability of data and materials

The datasets used and/or analyzed during the current study are available from the corresponding author on reasonable request.

Ethics approval and consent to participate

Ethical approval was obtained from the Ethics In Research Committee of the University of Extremadura (ref. 102/2007). This clinical practice observational study was performed in accordance with the ethical standards of the 1964 Declaration of Helsinki as revised in 2000 and those of Good Clinical Practice. All patients received a thorough explanation of this study, and informed consent to participate was obtained from the participants.

Consent for publication

The patients gave their oral and written informed consent to the publication of their anonymous and clustered data and anonymous pictures.

Competing interests

The authors declare that they have no competing interests.

Author details

[1]Doctorate School, Valencia Catholic University San Vicente Martir, Valencia, Spain. [2]School of Physiotherapy and Podiatry, Valencia Catholic University, Ramiro Maestru 14, 46900 Torrent, Valencia, Spain. [3]Podiatric School, University of Extremadura, Plasencia, Cáceres, Spain. [4]Institute for Research on Musculoskeletal Disorders, Valencia Catholic University, Valencia, Spain.

Received: 22 June 2019 Accepted: 29 August 2019
Published online: 11 September 2019

References

1. Schrier JC, Louwerens JW, Verheyen CC. Opinions on lesser toe deformities among Dutch orthopaedic departments. Foot Ankle Int. 2007;28:265–70.
2. Shirzad K, Kiesau CD, DeOrio JK, Parekh SG. Lesser toe deformities. J Am Acad Orthop Surg. 2011;19:505–14.
3. Coughlin MJ. Lesser toe deformities. In: Coughlin MJSC, Anderson RB, eds. Mann's surgery of the foot and ankle. Ninth ed. Elsevier; 2014:322-424.

4. Malhotra K, Davda K, Singh D. The pathology and management of lesser toe deformities. EFORT Open Rev. 2016;1:409–19.
5. Saro C, Bengtsson AS, Lindgren U, et al. Surgical treatment of hallux valgus and forefoot deformities in Sweden: a population-based study. Foot Ankle Int. 2008;29:298–304.
6. Fernández CS, Wagner E, Ortiz C. Lesser toes proximal interphalangeal joint fusion in rigid claw toes. Foot and Ankle Clinics. 2012;17(3):473–80.
7. Unsdorfer GL, Unsdorfer KML. Proximal phalangeal osteotomy with proximal interphalangeal joint arthrodesis for multiplanar deformities of the second toe: Historical Perspectives and Review of a Case Series. J Foot and Ankle Surg. 2011;50(6):687–94.
8. Kernbach KJ. Hammertoe surgery: arthroplasty, arthrodesis or plantar plate repair? Clin Podiatr Med Surg. 2012;29(3):355–66.
9. Louwerens JWSJ. Lesser toe deformities. In: Bentley G, editor. European surgical orthopaedics and traumatology. The EFORT textbook, vol. 6. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag; 2014. p. 3407–973.
10. D'Angelantonio AM, Nelson-Rinaldi KA, Barnard J, Oware F. Master techniques in digital arthrodesis. Clin Podiatr Med Surg. 2012;29(1):21–40.
11. Bauer T. Percutaneous forefoot surgery. Orthop Traumatol Surg Res. 2014; 100(1):S191–204.
12. Biz C, Fosser M, Dalmau-Pastor M, Corradin M, Rodà MG, Aldegheri R, Ruggieri P. Functional and radiographic outcomes of hallux valgus correction by mini-invasive surgery with Reverdin-Isham and Akin percutaneous osteotomies: a longitudinal prospective study with a 48-month follow-up. J Orthop Surg Res. 2016;11:157.
13. Boberg JS, Menn JJ, Brown WL. The distal Akin osteotomy: a new approach. J Foot Surg. 1991;30(5):431–6.
14. Sanhudo JV. Clinical tip: modified Akin osteotomy. Foot Ankle Int. 2005;26901–2.
15. Redfern D, Vernois J, Legré BP. Percutaneous surgery of the forefoot. Clin Podiatr Med Surg. 2015;32(3):291–332.
16. Redfern D, Vernois J. Percutaneous surgery for metatarsalgia and the lesser toes. Foot Ankle Clin. 2016;21(3):527–50.
17. Frey-Ollivier S, Catena F, Hélix-Giordanino M, Piclet-Legré B. Treatment of flexible lesser toe deformities. Foot Ankle Clin. 2018;23(1):69–90.
18. Kitaoka HB, Alexander IJ, Adelaar RS, Nunley JA, Myerson MS, Sanders M. Clinical rating systems for the ankle-hindfoot, midfoot, hallux, and lesser toes. Foot Ankle Int. 1994;15(7):349–53.
19. Frey S, Hélix-Giordanino M, Piclet-Legré B. Percutaneous correction of second toe proximal deformity: proximal interphalangeal release, flexor digitorum brevis tenotomy and proximal phalanx osteotomy. Orthop Traumatol Surg Res. 2015;101(6):753–8.
20. Isham SA, Nunez OE. Isham Hammertoe procedures for the correction of lesser digital deformities. In: Maffulli N, Easley M, editors. Minimally Invasive Surgery of the Foot and Ankle. London: Springer; 2011. p. 171–83.
21. Maffulli N, Easley ME. Minimally invasive forefoot surgery In clinical practice [Internet]. Maffulli N, Easley M, editors. London: Springer; 2013 [cited 2017 Apr 25]. 235
22. Caravau C, Doursounian L, Groupe de recherche et d'étude en chirurgie mini-invasive du pied et de la cheville. Chirurgie mini-invasive et percutanée du pied [Internet]. Sauramps médical; 2009
23. Pena F, Agell J, Coetzee JC. Comparison of the MFA to the AOFAS outcome tool in a population undergoing total ankle replacement. Foot Ankle Int. 2007;28(7):788–93.
24. Gilheany M, Omar Baarini O, Samaras D. Minimally invasive surgery for pedal digital deformity: an audit of complications using national benchmark indicators. J Foot Ankle Res. 2015;8:17.
25. Debarge R, Philippot R, Viola J, Besse JL. Clinical outcome after percutaneous flexor tenotomy in forefoot surgery. Int Orthop. 2009; 33(5):1279–82.
26. Femino JE, Mueller K. Complications of lesser toe surgery. Clin Orthop Rel Res. 2001;391:72–88.
27. Newman RJ, Fitton JM. An evaluation of operative procedures in the treatment of hammer toe. Acta Orthop Scand. 1979;50:709–12.
28. De Prado M. Complications in minimally invasive foot surgery. Fuß Sprunggelenk. 2013;11(2):83–94.

Publisher's Note

Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

Ready to submit your research? Choose BMC and benefit from:

- fast, convenient online submission
- thorough peer review by experienced researchers in your field
- rapid publication on acceptance
- support for research data, including large and complex data types
- gold Open Access which fosters wider collaboration and increased citations
- maximum visibility for your research: over 100M website views per year

At BMC, research is always in progress.

Learn more biomedcentral.com/submissions

BMC