

Estudio baropodométrico en pacientes tratados mediante artroplastia total de rodilla.

P. REY VIDAL¹, C. MARTÍNEZ PEREZ¹, S. ROMERO MORA², J. A. BLAS DOBÓN¹, J. GARCÍA MORENO¹.

¹HOSPITAL UNIVERSITARIO DR PESET DE VALENCIA. ² FACULTAD DE FISIOTERAPIA Y PODOLOGÍA, UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALENCIA.

Resumen. La patología artrósica de la rodilla condiciona una disminución de la carga del miembro afecto y un patrón de apoyo con predominio generalmente del arco externo. El propósito de este estudio es determinar si existe una modificación significativa de este patrón tras la implantación de una artroplastia total de rodilla (ATR) primaria, recogiendo las presiones plantares de ambos pies mediante baropodometría electrónica previamente y 4 meses tras la cirugía, tanto en estática como en dinámica. Así, se analizan las presiones plantares de 30 pacientes, 21 mujeres y 9 hombres, intervenidos de ATR primaria en el Hospital Universitario Doctor Peset entre los años 2013 y 2015. También se ha determinado si existe una corrección del eje anatómico tras la cirugía. Utilizando test no paramétricos (test de Wilcoxon para datos apareados, U de Mann-Whitney), observamos una modificación significativa de dicho ángulo desde valores medianos de 1.2° de varo a 4.9° de valgo en el postoperatorio, una disminución mediana de la presión plantar en ambos pies y una redistribución de la carga axial, aumentando en el miembro intervenido. Concluimos que, 4 meses tras la cirugía, se produce una tendencia a la “normalización” de la pisada en pacientes en los que se ha implantado una ATR, condicionado tanto por la mejora del dolor y la funcionalidad como por la realineación del eje.

Baropodometric study in patients treated by total knee arthroplasty.

Summary. Knee osteoarthritis determines a decrease of the load of the affected limb and a pattern usually dominance of external support plantar arc. The purpose of this study is to determine whether a significant change in this pattern is? after implantation of a primary total knee arthroplasty (TKA), measuring plantar pressures in both feet by electronic baropodometry previously and 4 months after surgery, in static and dynamic. Plantar pressures of 30 patients are analyzed, who underwent primary TKA at the University Hospital Doctor Peset between 2013 and 2015. In addition, it has also been determined if there is a correction on the anatomical axis after surgery. Using nonparametric test (Wilcoxon test for paired data, U Mann Whitney), we observed a significant change in the angle from median values of 1.2° varus to 4.9° valgus postoperatively, a median decrease of plantar pressure in both feet and a redistribution of axial load, increasing in the operated limb. We conclude that, 4 months after surgery, there is a tendency to “normalization” of the tread in patients undergoing TKA. This is conditioned by improving pain and function as axis realignment occurs.

Correspondencia:

Pau Rey Vidal
Carles Martínez Pérez
Departamento de Cirugía Ortopédica y Traumatología
Hospital Universitario Dr. Peset
Avda. Gaspar Aguilar, 90.
46017 Valencia.
paureyvi.86@gmail.com
carles_martinez@hotmail.com

Introducción

Apoyo estático. En posición bipodal, el peso del cuerpo es transmitido al suelo a través de las extremidades inferiores¹. Al llegar al pie, el astrágalo se encarga de

distribuir estas fuerzas hacia los diferentes puntos de apoyo: en el plano sagital, 60% se dirigirán hacia el calcáneo (retropié) y 40% hacia los metatarsianos (antepié); mientras que, en el transversal, la mayor parte de la fuerza se transmite a las cuñas y los tres primeros metatarsianos (el llamado pie dinámico) a través de la articulación astrágalo-escafoidea. Los individuos sin trastornos en la alineación de la extremidad inferior presentan un patrón de apoyo metatarsal caracterizado por un predominio central de la carga, siendo la zona que mayor presión soporta la cabeza del tercer metatarsiano.

Biomecánica de la marcha. Se define como ciclo de la marcha al periodo de tiempo que transcurre entre el contacto del talón de un pie con el suelo hasta el momento en que ese mismo talón alcanza el suelo en el siguiente paso². Se compone de 2 fases: la de apoyo, en la que el pie está en contacto con el suelo, y la de balanceo, en la que la pierna contralateral avanza desde la posición retrasada y se prepara para la recepción del paso. Estas fases ocupan el 62% y el 38% del ciclo respectivamente. A su vez, la fase de apoyo se divide en tres periodos: a) Periodo de contacto. Comienza con el choque de talón y finaliza con la carga completa del antepié; la articulación subastragalina prona a lo largo de todo el periodo, lo que permite al pie absorber y amortiguar las fuerzas reactivas del suelo y adaptarse a las irregularidades del terreno. b) Periodo de medio apoyo. Comienza con el apoyo completo del antepié y termina cuando el talón se eleva del suelo. Es el periodo más largo, ocupando el 40% de la fase de apoyo. La pierna contralateral comienza su fase de balanceo. El pie pasa de ser un adaptador móvil a convertirse en una palanca rígida que debe canalizar grandes cantidades de fuerzas a través de sus articulaciones. c) Periodo propulsivo. Este periodo comienza en el momento en el que el talón se levanta del suelo y termina con el despegue digital. Por su parte, la fase de balanceo empieza en el despegue digital y termina en el contacto de talón. Durante la primera mitad el tobillo debe dorsiflexionar para permitir salvar el suelo mientras la pierna se desplaza hacia delante. Durante la segunda mitad, las articulaciones deben colocarse en su posición más estable para permitir a la musculatura amortiguar de forma efectiva las fuerzas de reacción del suelo antes de que la extremidad contralateral vuelva a entrar en la fase de apoyo.

Artrosis de rodilla. La artrosis es una enfermedad lentamente progresiva e irreversible, mono o poliarticular, que afecta principalmente a las pequeñas articulaciones de las manos y los pies, la columna vertebral y las grandes articulaciones de carga, caracterizada clínicamente por dolor, deformidad y limitación de la movilidad y, patológicamente, por lesiones erosivas focales, destrucción de cartílago, esclerosis subcondral, formación de quistes y osteofitos. La enfermedad parece iniciarse focalmente en áreas de cartílago y las modificaciones de este tejido, patognomónicas, empeoran con la edad.

Se calcula que el 50-60% de las personas entre 65 y 70 años padece artrosis y, a partir de los 80 años, el porcentaje aumenta al 90%. Factores diversos van a favorecer la aparición de la enfermedad, como son la edad, la predisposición familiar, el sexo (ligero predominio en la población femenina), la obesidad o lesiones previas del cartílago.

Las alteraciones que produce la artrosis en la articu-

lación de la rodilla pueden influir en los apoyos durante la marcha, con las consecuentes repercusiones en la distribución de presiones plantares y la cadena cinemática inferior. Astephen³ y cols. y Chen⁴ y cols. encontraron una disminución de la longitud del paso en pacientes con osteoartritis de rodilla comparado con un grupo control de la misma edad y sexo. Por su parte, Baliunas⁵ y cols. demostraron que controlando la velocidad, los pacientes con artrosis medial de rodilla tienden a caminar con una longitud del paso menor que los individuos sanos, aumentando su cadencia para igualar la velocidad. En la mayor parte de los casos, el genu varo preoperatorio se relaciona con un hiperapoyo de la paleta externa y un hipoapoyo de las paletas central e interna del antepié, lo que concuerda con el alto porcentaje de localizaciones externas del centro de presiones de la huella plantar.

Una vez implantada la artroplastia total de rodilla (ATR), se producen en el paciente cambios biomecánicos, como la realineación de la extremidad inferior, y clínicos, ausencia progresiva del dolor, que presumiblemente van a condicionar cambios en los puntos de apoyo durante la marcha.

Baropodometría electrónica. Con el análisis baropodométrico es posible conocer la distribución de las cargas o presiones en diferentes zonas de la planta del pie y evaluar las influencias directas de las fuerzas aplicadas en los tres periodos de la fase de apoyo, así como su intensidad y duración⁶. A nivel cualitativo, permite evaluar la distribución de las presiones a lo largo del periodo de apoyo del pie en su evolución temporal⁷. A nivel cuantitativo, permite destacar las áreas de mayor presión, así como los picos de presión que se van formando en la fase de apoyo. Conociendo los criterios de normalidad, se pueden comparar las distribuciones de carga en presencia de patología y evaluar las implicaciones de la distribución patológica de cargas sobre estructuras esenciales del pie⁸.

Las plataformas de presiones se basan en una matriz de sensores que, al soportar una presión, generan una diferencia de potencial medible. Este valor de tensión eléctrica es leído por los propios sensores y, mediante un programa informático, reconstruye una imagen con los valores de lectura captados. Ofrece una huella plantar con una gama de colores, según la isopresión relativa captada (Fig. 1), permitiendo la cuantificación de las presiones obtenidas. Es una familia de instrumentos electrónicos ampliamente utilizados por los investigadores y respaldados por un considerable número de publicaciones^{9, 10}.

La implantación de una artroplastia total en la patología artrósica que afecta a la rodilla lleva consigo tanto una realineación del eje de la extremidad inferior como una variación de la biomecánica de la marcha. Nuestra hipótesis de trabajo plantea que dichos cambios produ-

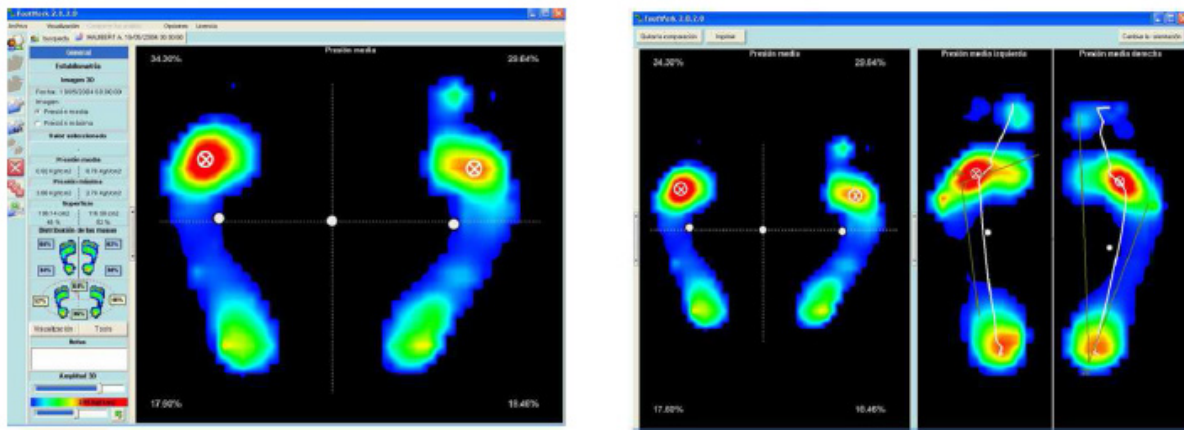


Figura 1. Registro de presiones plantares en la plataforma Footwork.

cen una modificación en la huella plantar del miembro intervenido, cuantificable a través de la baropodometría electrónica.

Mediante este estudio queremos analizar si existe una variación significativa de la distribución de las presiones plantares en pacientes intervenidos de ATR, realizando mediciones previas y posteriores a la implantación de la misma.

Material y método

Se trata de un estudio analítico observacional y prospectivo. Se registran las presiones plantares de 30 pacientes, 21 mujeres y 9 hombres, con edades comprendidas entre 59 y 79 años, intervenidos de artroplastia total de rodilla (ATR) primaria entre los años 2013 y 2015 en el Hospital Universitario Doctor Peset. Veintisiete de estos pacientes tenían una gonartrosis bilateral, y en 9 de ellos ya se había implantado previamente una ATR.

Criterios de inclusión: pacientes diagnosticados de gonartrosis, primaria, postraumática o por artropatía inflamatoria, independientemente del estadio radiológico

o deformidad existente y aceptación de formar parte del estudio mediante el correspondiente consentimiento informado. **Criterios de exclusión:** artroplastias de revisión, pacientes con enfermedades neurológicas o neurodegenerativas que afecten al equilibrio, la postura o la marcha, dificultades por parte de paciente en la comprensión de las indicaciones a seguir en el estudio e implantes monocompartimentales.

Para las mediciones se utiliza una plataforma “Footwork” (Medic Image®), con una superficie de 58x45 cm, 6.024 sensores, una frecuencia de 300 Mhzs y con capacidad para captar hasta 80 fotogramas por segundo. Las unidades utilizadas para medir las presiones plantares son los kiloPascales (kPa).

Se realizan 2 mediciones, una previa a la cirugía, y otra 4 meses después, tanto estática como dinámica de ambos pies. Cada registro se repite 5 veces en todos los sujetos, y se extrae el valor medio para el posterior análisis comparativo; así, se consigue una representación más uniforme de la huella plantar y se evitan errores sistemáticos¹¹. También se ha determinado el punto de máxima presión plantar previa y posterior a la cirugía (Fig. 2).



Figura 2. A. Medición de la presión plantar en estática. B. En dinámica.

En cuanto al eje anatómico de la rodilla, en el postoperatorio se ha dividido a los pacientes en 2 grupos: aquellos en los que se consigue una corrección suficiente (valgo 3 a 10°) en base a la bibliografía¹⁵, y aquellos con valgo menor de 3° o varo. Para la medición del eje se ha utilizado la telemetría digital de miembros inferiores (IMPAX viewer®). Posteriormente, se ha determinado estadísticamente si el grado de corrección del eje de la extremidad inferior influye significativamente en la modificación de la huella plantar en pacientes intervenidos mediante ATR.

Atendiendo a trabajos previos^{13, 14}, también se han recogido escalas funcionales y de calidad de vida en todos los pacientes: Oxford Knee Score (OKS), Knee Society Score (KSS), y cuestionario SF-36, cumplimentados el día previo a la intervención y 4 meses después de la misma por parte del paciente.

Todos los resultados se han analizado mediante el paquete estadístico SPSS (IBM®). Se han utilizado test no paramétricos (test de Wilcoxon para muestras apareadas y U de Mann-Whitney) para determinar si existe variación estadísticamente significativa de la biomecánica de la pisada plantar tras implantar una ATR, de-

bido a que la mayoría de las mediciones tomadas en los pacientes no siguen una distribución normal (test de Shapiro-Wilk).

Resultados

La muestra utilizada en el estudio está formada por 30 pacientes intervenidos de ATR primaria, con una mediana de edad de 73.5 años y un IMC medio de 31.77 kg/m², 21 mujeres y 9 hombres. Con respecto a la lateralidad, el 53.3% de los pacientes se ha intervenido la rodilla izquierda y el 46.6% la derecha. El 90% presenta una afectación bilateral en el momento del estudio, estando el 30% de ellos intervenido de una ATR en la rodilla contralateral.

Estadísticos descriptivos. En la tabla I se recoge la mediana y el rango intercuartil (RI) de las presiones plantares de ambos pies, obtenidas antes y después de la intervención, tanto en estática como en dinámica, medido en kPa, así como el porcentaje de carga total que soportan tanto el miembro intervenido como el no intervenido. Se representan dichas medianas en un diagrama de barras (Fig. 3). En la tabla II, de recogida de presiones plantares, podemos observar el valor prome-

Tabla I. Mediana y rango intercuartil (RI) de las presiones plantares, así como porcentaje de carga que reciben en estática ambos pies preoperatoriamente y postoperatoriamente.

Pie	ESTÁTICA		DINÁMICA	
	Intervenido	No intervenido	Intervenido	No intervenido
Preoperatorio				
Mediana	111.65	117.85	107.85	108.05
RI	62.75 - 136.1	97.2 - 138.5	89.75 - 125.9	87.6 - 128.5
% carga total	46.5	54.5		
Postoperatorio				
Mediana	92.4	101.3	116.7	107.7
RI	68.4 - 116.35	81.4 - 121.2	99.55 - 133.85	90.6 - 124.8
% carga total	51	48.5		

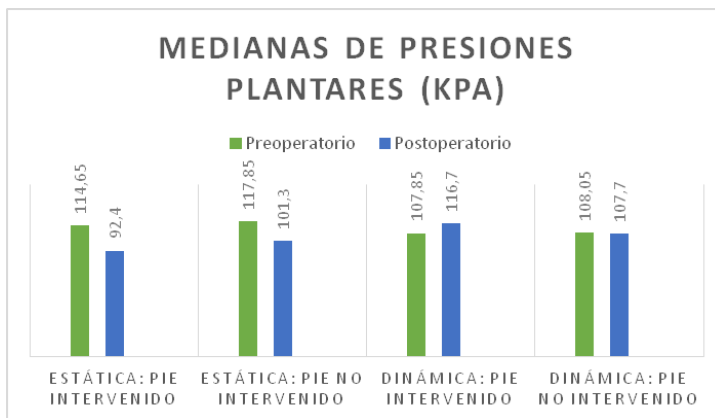


Figura 3. Representación de medianas de las presiones plantares en estática y dinámica.

Tabla II. Recogida de presiones plantares (medido en kPa).

Paciente	ESTÁTICA				DINÁMICA			
	MIEMBRO INTERVENIDO		MIEMBRO NO INTERVENIDO		MIEMBRO INTERVENIDO		MIEMBRO NO INTERVENIDO	
	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
1	127,2	74,1	121,7	86,7	86	115,6	84,4	126
2	106,7	75,9	223,2	125,6	136,6	93,3	141,1	107,4
3	84,9	122,6	108,3	105,7	92,4	88,9	101,2	92,6
4	138,7	125,5	114,5	64,1	96,4	130,8	101,2	114,7
5	114,1	125,5	110,6	104	119,8	126,1	120	115,9
6	93,4	66,6	113	98,1	133,5	117,8	95,5	116,7
7	156	115,2	91,3	110,7	110,1	99,9	110,2	100,3
8	172,4	163,2	121,2	118,6	141,4	142,6	145,6	156,9
9	78,1	59,4	197,2	161,7	115,6	128,9	97,8	94,1
10	131,2	108,9	125,9	82,6	95,5	113,3	128,2	85,1
11	125,3	121,1	175,7	53,3	120,8	134,9	93,1	107,2
12	100,2	85,4	78,31	84,1	53,8	103,2	96,2	100,4
13	68,3	46,7	105,7	113,7	119,7	86	103,9	88,3
14	121,1	91,2	122,8	94,4	162,3	153,5	159,2	143,9
15	78,2	52,4	103,9	91,3	103,2	78,7	136,8	93,9
16	122,8	74	100,4	98,6	104,5	128,9	122,3	92,9
17	59,2	78,5	78,2	59	102	122,2	97,3	100,2
18	155,5	145,3	178,9	154	144,3	125,9	187,9	160,1
19	66,2	56,7	133,7	76,8	99,6	95,1	105,7	86,3
20	82,1	87,8	85,4	80,1	85,2	87,5	91,9	82,4
21	45,8	76,1	105,6	62,6	99,2	64,4	90,9	86,2
22	113,6	93,5	141,7	135,9	103,7	75,9	100,3	108
23	94,4	91,3	107,5	79,1	88,5	105	136,5	87,5
24	162	141,3	79,9	127,6	132,4	118,9	142,6	123,1
25	198,5	178,5	144,5	152,4	127,2	125,3	130,9	129,9
26	99,2	115,2	122,2	120,5	85,9	101,5	83,2	118,9
27	109,7	111,1	144,3	104	105,6	101,6	105,9	133,7
28	216,6	190,2	168,4	160,2	164,2	158,3	169	171,2
29	88,8	80,9	86,7	83,3	125,3	121	122,7	125,4
30	125,6	115,1	158,7	110,7	132,3	145,4	150,2	138,3

dio obtenido del registro baropodométrico en estática y dinámica en ambos pies; y en la representación mediante un diagrama de barras, del porcentaje de carga total que soportan el miembro intervenido y el no intervenido, en el preoperatorio, y 4 meses tras la cirugía, respectivamente (Figs. 4 y 5).

A través de la plataforma, también se ha registrado el porcentaje de la carga total que soportan antepié y retropié en estática. Así, preoperatoriamente, para el pie intervenido hemos obtenidos unos valores medianos de 50.2% (RI 44.6–55.8) en el antepié y 49.8 % (RI 43.2–56.4) para el retropié; mientras que, en el miembro no

intervenido, los valores medianos del antepié han sido 50.8% (RI 44.35–57.25) y para el retropié de 49.2% (RI 42.75–55.65). Si estas mismas variables las medimos 4 meses después de la cirugía, obtenemos unos valores medianos del pie intervenido de 51.6% (RI 42.8–60.4) en el antepié y de 47.4% (RI 38.5–56.3) para el retropié; mientras que, para el pie contralateral, han sido de 48% (RI 42.45–53.55) y 52.5% (RI 47.25–57.75) respectivamente (Fig. 6).

Respecto al punto de máxima presión, observamos que, en el preoperatorio, se localiza en el pie intervenido en el 36.67% de los casos y en el pie contralateral en

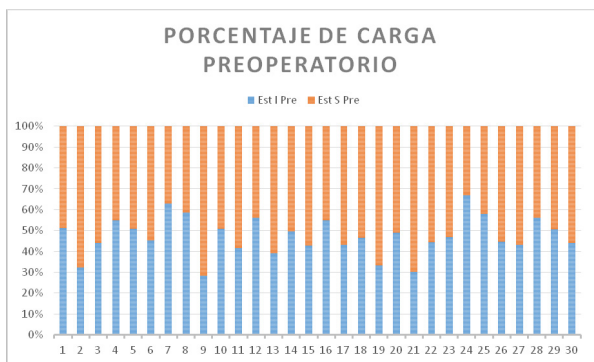


Figura 4. Porcentaje de carga que soporta en estática el miembro intervenido (Est I Pre) y el no intervenido (Est S Pre) en el preoperatorio.

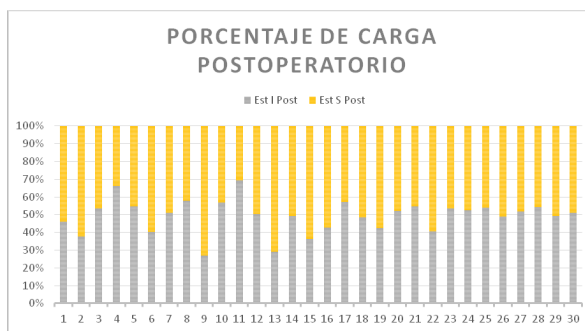


Figura 5. Porcentaje de carga que soporta en estática el miembro intervenido (Est I Post) y el no intervenido (Est S Post) 4 meses tras la

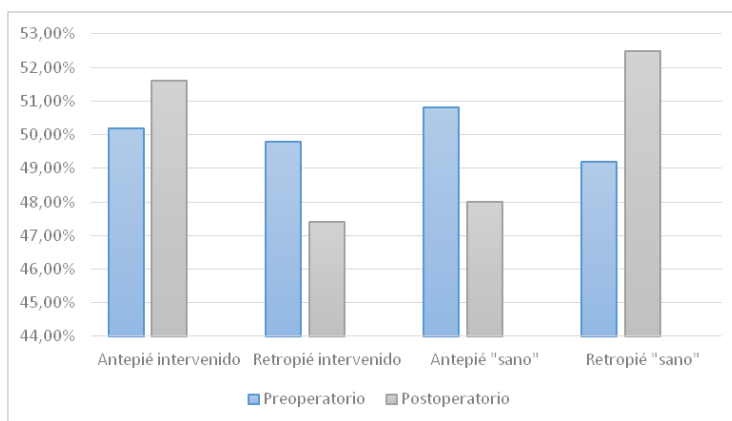


Figura 6. Porcentaje de presión que reciben antepié/retropié previa y 4 meses tras la cirugía.

el 63.33%; mientras que, 4 meses después de la cirugía, se encuentra en el pie intervenido en el 43.33% de los pacientes, y el 56.67% restante lo hace en el otro pie. Si lo que analizamos es si este punto de máxima presión se encuentra en el antepié o en el retropié, encontramos que, previamente, existe un predominio del antepié en el 63.33% de los casos, aumentando hasta el 70% en el postoperatorio (Fig. 7).

En cuanto al eje radiológico medido, vemos una corrección desde una mediana de 3.4° de varo en el preoperatorio a 5° de valgo, consiguiendo una corrección suficiente en valgo en 23 de los 30 pacientes estudiados. En la tabla III (ángulos radiográficos pre y postoperatorios) podemos ver los diferentes ángulos radiográficos medidos en una telemetría de ambos miembros inferiores en bipedestación.

Atendiendo a las escalas funcionales, observamos que la mayoría de ellas sí sigue una distribución normal. Así, en el preoperatorio obtenemos unos valores medios para el KSS de 95,3 puntos (IC 84.49–106.10), para el OKS de 20.63 puntos (IC 18.68–22.58), para el cuestionario de calidad de vida SF-36 mental de 47.98 puntos (IC 42.11–53.84) y físico de 41.05 puntos (IC 35.51–46.59). Cuatro meses tras la cirugía, existe una mejoría respecto a los parámetros previos: KSS 132.53 puntos (IC 119.56–145.5), OKS 32.66

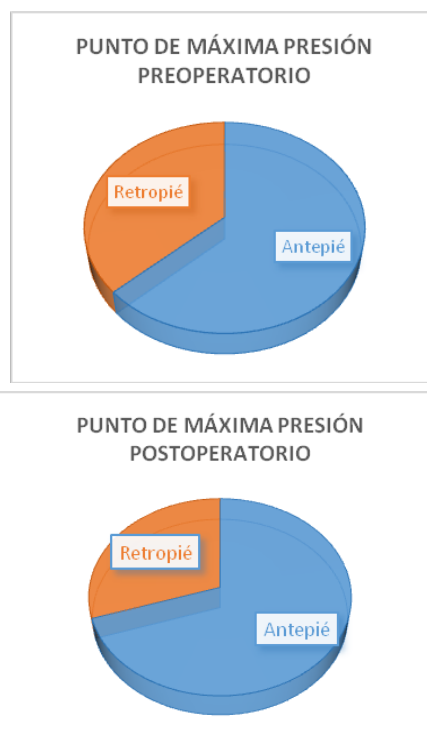


Figura 7. Resultado obtenido en porcentaje entre antepié y retropié, antes y después de la intervención.

Tabla III. Ángulos radiográficos preoperatorios (Rx Pre) y postoperatorios (Rx Post), así como aquellos casos en los que hemos considerado una corrección en valgo (3-10°) suficiente (valgo suf.).

Paciente	Rx Pre*	Rx Post	Valgo suf.**
1	-2	2,3	No
2	-2,7	12,8	Sí
3	-2,3	4,4	Sí
4	-4,3	5,5	Sí
5	-4,6	5,5	Sí
6	-6,1	7,7	Sí
7	-2,6	4,1	Sí
8	-0,8	5,1	Sí
9	-2,3	4,4	Sí
10	-5,4	6,2	Sí
11	-7,6	3,8	Sí
12	-5	7,3	Sí
13	-2,1	4,4	Sí
14	-2,2	1	No
15	-7	1,6	No
16	5,9	2,2	No
17	-7,3	-4,5	No
18	-5	4,5	Sí
19	4	0	No
20	-4	4	Sí
21	10	6	Sí
22	6,3	0	No
23	0	4,8	Sí
24	-1	5,6	Sí
25	-4	3,5	Sí
26	-3,4	5,4	Sí
27	-8,3	7,4	Sí
28	-2,8	3	Sí
29	-0,3	3,1	Sí
30	-4	5	Sí

*Los resultados recogidos en negativo corresponden a un eje varo, mientras que los positivos se corresponden con un eje valgo.
 **Consideramos valgo suficiente una corrección entre los 3-10° de valgo.

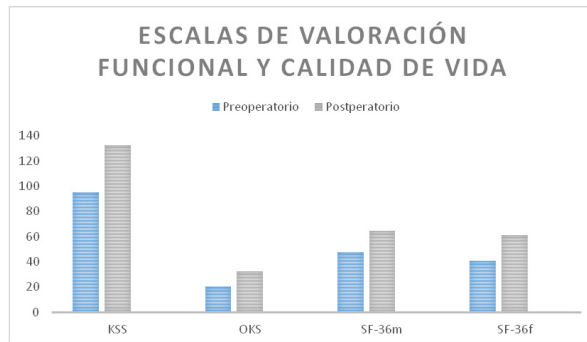


Figura 8. Resultado obtenido en porcentaje entre antepié y retropié, antes y después de la intervención.

puntos (IC 29.86–35.47), SF-36 mental 64.94 puntos (56.51–73.37) y físico de 61.48 puntos (IC 53.52–69.45) (Fig. 8).

Resultados analíticos

Dado que las muestras obtenidas de presiones plantares no siguen una distribución normal, se han utilizado test no paramétricos (test de Wilcoxon para datos apareados, test de Mann-Whitney U) para analizar distintas variables. Así, observamos que existe una disminución significativa ($p < 0.05$) en la presión plantar estática postoperatoria registrada en ambos pies, además de un aumento significativo del porcentaje de apoyo en el miembro intervenido 4 meses tras la cirugía, hasta alcanzar valores medianos similares al miembro contralateral. Si lo que estudiamos son las presiones plantares dinámicas sin embargo, no encontramos diferencias significativas entre los registros previos y los posteriores a la cirugía (Tabla IV).

Tabla IV. Test de Wilcoxon para datos apareados. Mide tanto los ángulos anatómicos radiográficos como las presiones plantares estáticas en el miembro intervenido (I) y no intervenido (S), tanto preoperatoriamente como 4 meses tras la cirugía.

	RxPost-RxPre	PestPostI-PestPreI	PestPostS - PestPreS
Z	- 4.248	- 2.828	- 3.363
Asymp. Sig (2-tailed)	.000	.005	.001

Por otro lado, apreciamos que existe una modificación significativa del eje anatómico de la rodilla tras la implantación de una ATR, pasando de una mediana de 3.4° de varo a una mediana de 5° de valgo ($p < 0.001$).

Estas diferencias no se modifican ni por el sexo del paciente ni en aquellos casos en los que previamente se había implantado una ATR en la otra rodilla.

Discusión

Desde los trabajos de Morton, la inmensa mayoría de los autores admite que todos los metatarsianos soportan carga^{1, 11, 15}, y dicha fuerza no es igual en estática que durante la marcha¹¹. En conjunto, el antepié se encontraría formado por una paleta central relativamente fija y por dos paletas laterales estabilizadoras, cada una con su musculatura independiente. Durante el balanceo normal del cuerpo humano y en la adaptación al terreno el pie se acomoda a través de la movilidad de los elementos laterales. En sujetos sanos, existe un predominio de apoyo en los metatarsianos centrales, principalmente del tercer metatarsiano, y un reparto de carga similar en ambas extremidades inferiores^{11, 15}.

Los cambios degenerativos en la rodilla van asociados a dolor, limitación funcional (tal y como puede desprenderse de los resultados de los test funcionales y de calidad de vida registrados durante el preoperatorio) y alteraciones del eje anatómico, por lo que, previamente a la cirugía, se produciría un aumento del apoyo en el miembro teóricamente "sano" o menos doloroso para descargar la rodilla más afectada¹⁶. En nuestro estudio, hemos corroborado dicha tendencia, situándose la mediana del porcentaje de carga total que soporta el miembro no intervenido en el 54.5%, por el 46.5% del otro miembro; además, apreciamos que existe un predominio de que el punto de máxima presión plantar se sitúe en dicho pie.

Tras la implantación de una ATR, se produce una mejora tanto de la puntuación de las escalas funcionales (KSS y OKS) como de los cuestionarios de calidad de vida (SF-36), así como una modificación de las presiones plantares. Revisando trabajos previos, Domingo Cebollada y cols. destacan que la presión que soportan los tres primeros metatarsianos en el miembro intervenido (arco interno o pie dinámico) aumenta significativamente 2 años tras la cirugía, mientras que la que soportan el cuarto y quinto metatarsianos (arco externo o pie estático) disminuyen, acercándose a los valores que son considerados normales¹⁶, observando además una disminución en la carga que soporta el antepié respecto al retropié. En el actual trabajo, encontramos una disminución significativa de dicha presión plantar en ambos pies, con un incremento significativo del apoyo en el miembro intervenido, igualándose con el miembro contralateral 4 meses después de la cirugía. Sin embargo, apenas hemos observado modificaciones respecto al porcentaje de carga que soportan antepié y retropié,

aunque sí una tendencia a que el punto de máxima presión se encuentre el antepié tras la intervención.

Cuando se analizan los resultados obtenidos en dinámica, no hemos encontrado una modificación significativa entre las presiones plantares medidas previamente a la cirugía y las que registramos 4 meses después. Esto podría deberse a que en la biomecánica de la marcha influyen tanto la acción muscular como la propia cinética del movimiento; Andriachi¹⁷ y cols. concluyen que estos factores se recuperan lentamente tras la cirugía, ya que, 2 meses después de la intervención todavía están presentes déficits locomotores significativos, que condicionan la lentitud del paso entre otras, quedando reflejada la necesidad de fomentar el seguimiento y los programas de rehabilitación en los primeros meses después de una PTR¹⁸. En consecuencia, creemos que se necesita mayor tiempo de seguimiento para establecer si dichas presiones dinámicas también se modifican significativamente, de acuerdo a los trabajos de Marisco V., en 2002, y Bergami E. en 2005^{19, 20}, pues se ha demostrado que, 2 años después de implantar una prótesis total de rodilla, se producen mejoras respecto a la cadencia y a la velocidad de la marcha en el miembro intervenido²¹.

En 1988, Hsu¹² estudia en sujetos sanos la geometría de la articulación de la rodilla, hallando un valor medio del ángulo femorotibial mecánico de 1,2° de varo, sin encontrar diferencias significativas entre ambos sexos, y en cuanto al ángulo femoral mecánico-anatómico, la media encontrada fue de 4,9° de valgo. Concluye que existe correlación entre la alineación femorotibial y el porcentaje de carga soportada por el platillo medial de la articulación, aumentando ésta a medida que aumenta el varo de la extremidad, por lo que remarca la importancia de obtener una correcta alineación de la extremidad de cara a la obtención de buenos resultados en cirugía de rodilla. Hemos encontrado una asociación significativa entre aquellos casos en los que la corrección del eje anatómico de varo a valgo es considerada suficiente (3 a 10°) con la presión plantar estática postoperatoria del miembro intervenido. Así, parece que a mayor corrección del varo preoperatorio, mayor tendencia al aumentar el apoyo en el arco interno o pie dinámico, consiguiendo una huella plantar más cercana a la normalidad¹⁶.

En cuanto a las limitaciones del estudio, pensamos que mayor tiempo de seguimiento podría modificar los resultados en cuanto a presiones plantares dinámicas se refiere, ya que una mejora de la funcionalidad, el dolor y el patrón biomecánico de la marcha podrían influir en este sentido.

Conclusiones

1. Tras la cirugía de ATR, se produce una modificación significativa en las presiones plantares estáticas en ambos pies a los 4 meses tras la cirugía.

2. Dicha modificación consiste en un incremento del apoyo en el miembro intervenido, igualándose el porcentaje de carga respecto a la extremidad contralateral.

3. Existe una asociación significativa entre la corrección del eje anatómico postoperatoria que consideramos suficiente (3 a 10° de valgo) y la presión plantar estática en el miembro intervenido.

4. No hemos encontrado diferencias significativas en lo que respecta a las presiones plantares medidas en dinámica, pero consideramos que dichos cambios sí podrían producirse una vez recuperada la capacidad funcional de la rodilla, por lo que se precisa de más estudios a mayor tiempo de seguimiento de los pacientes intervenidos.

Bibliografía

1. Viladot Voegeli A., Viladot Pericé R. 20 lecciones sobre patología del pie. Barcelona: Ed. Mayo; 2009.
2. Michaud T. Foot orthoses and other forms of conservative foot cares. Massachusetts: Williams and Wilkins; 1996.
3. Astephen JL, Deluzio KJ, Calwell GE, Dunbar MJ. Biomechanical changes at the hip, knee and ankle joints during gait are associated with knee osteoarthritis severity. *J Orthop Res* 2008; 26:332-41.
4. Chen CP, Chen MJ, Pei YC, Lew HL, Wong PY, Tang SF. Sagittal plane loading response during gait in different age groups and in people with knee osteoarthritis. *Am J Phys Med Rehabil* 2003; 82:307-12.
5. Baliunas AJ, Hurwitz DE, Ryals AB, Karrar A, Case JP, Block JA, Andriacchi TP. Increase knee joint loads during walking are present in subjects with knee osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage* 2002; 10:573-9.
6. Daentzer DN, Wulker N, Zimmerman U. Observations concerning the trasverse metatarsal arch. *Foot Ankle Surg* 1997; 3:15-20.
7. Luger EJ, Nissan M, Karpf A, Steinberg EL, Dekel. Patterns of weight distribution under the metatarsal heads. *J Bone Joint Surg Br* 1999; 81:199-202.
8. Martínez Nova A, Pascual Huerta J, Sánchez Rodríguez R. Cadence, age, and weight as determinants of forefoot plantar pressures using the Biofoot in-shoe system. *J Am Podiatr Med Assoc* 2008; 98:302-10.
9. Phillipson A, Dhar S, Linge K, McCabe C, Klenerman L. Forefoot arthroplasty and changes in plantar foot pressures. *Foot Ankle Int* 1994; 15:595-8.
10. Taranto J, Taranto M, Bryant AR, Singer K. Angle of gait: a comparative reliability study using footprints and the EMED-SF®. *Foot* 2005; 15:7-13.
11. Domingo J, Herrera A, Martínez A, Olavarria I, Pérez García JM. Contribución y límites de la baropodometría electrónica. *Rev Ortop Traumatol* 1998; 42:189-92.
12. Hsu R.W., Himeno S., Coventry M.B., Chao, E. Normal axial alignment of the lower extremity and load-bearing distribution at the knee. *Clin Orthop* 1990; 255:215-27.
13. Fernandez-Lopez JC, Laffon A, Blanco FJ, Carmona L. Prevalence, risk factors, and impact of knee pain suggesting osteoarthritis in Spain. *Clin Exp Rheumatol* 2008; 26:324-32.
14. Navarro Collado MJ, Peiró S, Trénor Gomis C, Ruiz Jareño L, Pérez Igualada A, Guerola Soler N. Factors related to functional outcomes and quality of life after knee arthroplasty. *Med Clin (Barc.)* 2000; 114:250-4.
15. Domingo Cebollada J, Herrera Rodríguez A, Martínez Martín A, Panisello Sebatia J, Martínez Vila J, Pérez García JM. Influencia biomecánica de la artroplastia total de rodilla en el apoyo metatarsal. *Biomecánica* 1999; 13:12-20. Disponible en: <http://hdl.handle.net/2099/6570>
16. Domingo Cebollada J, Herrera Rodríguez A, Martínez Martín A, Panisello Sebatia J, Martínez Vila J, Pérez García JM. Análisis baropodométrico de los cambios en la biomecánica plantar tras artroplastia total de rodilla. *Rev Ortop Traumatol* 1999; 43:342-6.
17. Andriacchi, T.P. Functional analysis of pre and post-knee surgery: total knee arthroplasty and ACL reconstruction. *J Biomech Eng* 1993; 115:575-81.
18. Ouellet D, Moffet H. Locomotor deficits before and two months after knee arthroplasty. *Arthritis Rheum* 2002; 47:484-93.
19. Marsico V, Moretti B, Patella V, De Serio S, Simone C. Baropodometric walking analysis in healthy elderly and in arthritic patients before and after knee prosthesis implantation. *G Ital Med Lav Ergon* 2002; 24:72-83.
20. Bergami E, Gildone A, Zanolli G, Massari L, Traina GC. Static and dynamic baropodometry to evaluate patients treated by total knee replacement with a mobile meniscus. *Chir Organi Mov* 2005; 90:387-96.
21. Kramers de Quervain A, Kämpfen S, Munzinger U, Mannion F. Prospective study of gait function before and 2 years after total knee arthroplasty. *Knee* 2012; 19:622-7.