

TESIS DOCTORAL

UNIVERSITAT DE VALÈNCIA

FACULTAT DE FISIOTERÀPIA



**INFLUENCIA DEL ENTRENAMIENTO DEL EQUILIBRIO CON
PLATAFORMA DINAMOMÉTRICA EN ARTROPLASTIA TOTAL
DE RODILLA**

D. SERGIO ROIG CASASÚS

Dirigida por:

Dr. Don José María Blasco Igual

Dra. Dña. Laura López Bueno

2015

TESIS DOCTORAL

UNIVERSITAT DE VALÈNCIA

FACULTAT DE FISIOTERÀPIA



**INFLUENCIA DEL ENTRENAMIENTO DEL EQUILIBRIO CON
PLATAFORMA DINAMOMÉTRICA EN ARTROPLASTIA TOTAL
DE RODILLA**

D. SERGIO ROIG CASASÚS

Dirigida por:

Dr. Don José María Blasco Igual

Dra. Dña. Laura López Bueno

2015

El mayor enemigo del ser humano es el miedo, que aparece en formas tan diversas como la vergüenza, la envidia, la cólera, la insolencia, la arrogancia.

¿Cuál es la causa del miedo? La falta de confianza en sí mismo.

Svami Prajnanpad

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar quiero agradecer a mi mujer Ester y a mi hija María la gran comprensión y paciencia que han tenido desde los inicios de este trepidante y apasionante largo camino para poder llevar a término esta tesis doctoral. Ellas son, las verdaderas culpables de mi constante esfuerzo y superación personal.

También quiero agradecer la colaboración a todas aquellas personas que me han asesorado y animado de una forma o de otra, en la compleja labor que acompaña al mundo de la investigación.

En especial a mis directores de tesis la Dra. Dña. Laura López Bueno y el Dr. D. José María Blasco Igual los cuales, me han brindado su apoyo y ayuda incondicional durante todo este tiempo.

A la Dra. Dña. Celedonia Igual Camacho tanto, por sus palabras de ánimo y consejos como su experiencia profesional, que me han servido de tanta ayuda para la elaboración de la presente tesis.

A la profesora M^ª Luz Sánchez por sus palabras de ánimo y su completa disponibilidad en ayudar a todo lo que fuera posible durante la elaboración de esta tesis doctoral.

También no quisiera dejar de nombrar a todas aquellas personas que han participado en este estudio de forma altruista, siempre con plena disponibilidad y máximo interés, ya que sin ellos, no hubiera sido posible realizarla

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
ÍNDICE DE TABLAS	xvii
ACRÓNIMOS	xix
RESUMEN	xxi
ABSTRACT	xxiii
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 INTRODUCCIÓN	3
1.2 JUSTIFICACIÓN	9
1.3 MARCO CONCEPTUAL.....	13
1.3.1 Definición de ATR.....	13
1.3.2 Equilibrio	13
1.3.3 Postura	14
1.3.4 Centro de Masas	14
1.3.5 Base de Sustentación	14
1.3.6 Control Postural	14
1.3.7 Centro de Gravedad	15
1.3.8 Estabilidad	15

1.3.9 Centro de Presión	15
1.4 ESTUDIO DEL SISTEMA VESTÍBULO-ESPINAL	16
1.4.1 Antecedentes Históricos.....	16
1.4.2. Técnicas actuales de registro del control postural en bipedestación.....	17
1.5 LA ATR	21
1.5.1 La Incidencia de la ATR	21
1.5.2 Tipos y Componentes de la Prótesis de Rodilla.....	23
1.5.3 Resultados Finales Después de una ATR	30
1.5.4 Fracaso y Complicaciones de la ATR.....	31
1.6 ANTECEDENTES DEL TRATAMIENTO REHABILITADOR EN LA ARTROPLASTIA TOTAL DE RODILLA.....	35
1.7 HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	45
1.7.1. Hipótesis	45
1.7.2. Objetivos.....	45
2. MATERIAL Y MÉTODOS.....	47
2.1 MUESTRA	49
2.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	51
2.2.1 Aspectos éticos	52
2.2.2 Plan de trabajo.....	53
2.3 MATERIAL E INSTRUMENTACIÓN UTILIZADOS	55
2.4 PROCEDIMIENTO DE MEDIDA Y VARIABLES DEL ESTUDIO	65

2.4.1. Las variables medidas en el estudio	65
2.5 PROTOCOLO DE TRATAMIENTO DE FISIOTERAPIA PARA LOS GRUPOS DE TRATAMIENTO.....	72
2.6 PROTOCOLO DE ENTRENAMIENTO CON PLATAFORMA DE EQUILIBRIO BIODEX.....	77
2.6.1. Entrenamiento en estática en la plataforma dinamométrica Biodex Balance System.....	78
2.7 DESCRIPCIÓN DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	82
2.7.1 Herramientas software	82
2.7.2 Análisis estadístico	82
2.7.3 Análisis multivariable	84
3. RESULTADOS.....	87
3.1 DESCRIPTIVOS DE LA MUESTRA.....	89
3.2 RESULTADOS GRUPO DE CONTROL (G2)	91
3.3 RESULTADOS DEL GRUPO CON BIODEX (G1).....	95
3.4 COMPARACIÓN DE GRUPOS.....	98
3.4.1. Resultados recuperación funcional.....	100
3.4.2. Resultados entrenamiento de equilibrio	103
3.4.3. Resultados del cuestionario WOMAC	110
3.4.4. Análisis multivariable con SOM.....	112

4.	DISCUSIÓN	117
4.1	CONSIDERACIONES GENERALES.....	119
4.2	LIMITACIONES DEL ESTUDIO.....	132
5.	CONCLUSIONES	133
5.1	CONCLUSIONES.....	135
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	137
6.1	BIBLIOGRAFÍA.....	139
7.	ANEXOS.....	171
7.1	ANEXO 1.....	173
7.2	ANEXO 2.....	177

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1-1 Sistema de Coordenadas</i>	18
<i>Figura 1-2 En la figura se muestran el número total de ATR tanto en mujeres (en rojo) como en hombres (en azul) en distintos centros.</i>	23
<i>Figura 1-3 Prótesis de rodilla unicompartmental normal. Radiografía anteroposterior (a) y lateral (b) de rodilla izquierda que demuestra una prótesis reciente unicompartmental del compartimento medio (Pérez S, 2006).</i>	25
<i>Figura 1-4 Radiografía antero-posterior y lateral de una prótesis de rodilla bicompartmental (Castiella S, 2007).</i>	25
<i>Figura 1-5 Radiografía antero-posterior y lateral de una prótesis tricompartmental (Castiella S, 2007).</i>	26
<i>Figura 1-6 En la figura de la izquierda se observa una prótesis tricompartmental de rodilla (extraída de www.medicalexpo.es) y en la de la derecha una ATR con los componentes tibial y femoral (extraída de www.diariolavoz.net)</i>	29
<i>Figura 2- 1. Muestra poblacional bajo estudio</i>	51
<i>Figura 2-2 Ilustración de la prótesis tipo Vanguard</i>	57
<i>Figura 2-3 Goniómetro universal utilizado en el estudio.</i>	57
<i>Figura 2-4 Barras paralelas.</i>	58
<i>Figura 2-5 Plataforma de equilibrio con equipo de impresión (Biodex Balance System)</i>	61
<i>Figura 2-6 A la izquierda medición de la flexión de rodilla. A la derecha medición de la extensión de rodilla</i>	68

<i>Figura 2- 7 La foto de la izquierda muestra la prueba del Test Monopodal. La fotografía de la derecha muestra la prueba de alcance funcional.</i>	<i>69</i>
<i>Figura 2- 8 A la izquierda observamos la prueba de posición en tándem y a la derecha la de caminar en tándem.</i>	<i>71</i>
<i>Figura 2-9 A la izquierda, la pantalla del Biodex Balance System, con opción de entrenamiento de ejercicios o pruebas de caída con ROA y ROC. A la derecha, pantalla Biodex Balance System, dentro de la opción de entrenamiento.</i>	<i>78</i>
<i>Figura 2- 10 A la izquierda, Plataforma Biodex Balance System: entrenamiento estabilidad postural con cuatro objetivos con la plataforma en estática. A la derecha, entrenamiento de cambio de peso antero-posterior con la plataforma en estática.</i>	<i>80</i>
<i>Figura 2- 11 A la izquierda, posición del sujeto para realizar las pruebas y los entrenamientos. A la derecha la Plataforma Biodex Balance System: entrenamiento de los límites de estabilidad con plataforma en estática.</i>	<i>80</i>
<i>Figura 3-1 La figura muestra la variable edad de la muestra (izquierda) y el peso de los sujetos (derecha) de cada grupo.</i>	<i>89</i>
<i>Figura 3-2 Las figuras muestran la rodilla operada en los sujetos de estudio dividida por grupos (arriba) y la variable género de la muestra de cada grupo y de la muestra total (abajo).</i>	<i>90</i>
<i>Figura 3-3 En la figura se muestran los resultados obtenidos con respecto a la variable FLEX de rodilla para el G2 (izquierda) y el grupo G1 (derecha) tras el tratamiento. La línea amarilla delimita la máxima recuperación funcional con respecto a este parámetro. La verde los valores típicos o esperados.</i>	<i>101</i>
<i>Figura 3-4 En la figura se muestran los resultados obtenidos con respecto a la variable EXT de rodilla para el grupo G1 (izquierda) y el grupo G2 (derecha) tras el tratamiento. La línea amarilla delimita la máxima recuperación funcional con respecto a este parámetro.</i>	<i>102</i>

Figura 3-5 En la figura se muestran los resultados obtenidos con respecto a la variable BM para el grupo G2 (azul) y el grupo G1 (rojo), antes y después del tratamiento. ... 103

Figura 3-6 En la figura se muestran los resultados obtenidos con respecto al TP. Observamos los resultados del grupo G2 y del grupo G1 antes y después del tratamiento, así como las mejoras tras el tratamiento en cada grupo. 104

Figura 3-7 En la figura se muestran los resultados obtenidos con respecto a la variable ROA para el grupo G1 (izquierda) y el grupo G2 (derecha) tras el tratamiento. 105

Figura 3-8 En la figura se muestran los resultados obtenidos con respecto a la variable ROC para el grupo G1 (izquierda) y el grupo G2 (derecha) antes y después del tratamiento. 105

Figura 3-9 En la figura se muestran los resultados obtenidos con respecto la variable AF para el grupo G2 y el grupo G1 ambos antes y después del tratamiento, así como las mejoras tras el tratamiento en cada grupo. 106

Figura 3-10 En la figura se muestran los resultados obtenidos con respecto a la variable EBERG para el grupo Biodex y el grupo control ambos antes y después del tratamiento, así como las mejoras tras el tratamiento en cada grupo. 107

Figura 3-11 En la figura se muestran los resultados obtenidos con respecto a la variable AP para el grupo G1 y el grupo G2, ambos antes y después del tratamiento, así como las mejoras tras el tratamiento en cada grupo. 108

Figura 3-12 En la figura de la izquierda se muestran los resultados obtenidos con respecto a la variable DEP para el grupo G2 y el grupo G1 tras el tratamiento, así como las mejoras tras el tratamiento en cada grupo. 109

Figura 3-13 En la figura muestra el tiempo en segundos que tarda en recorrer 3 metros en la variable CT (verde), PT (rojo), y Test monopodal o OLB (azul) para el grupo G2 y el grupo G1 tras el tratamiento, así como el valor máximo de los tests establecido en 3 s (negro). 110

Figura 3-14 En la figura se muestran los resultados de la discapacidad física según el cuestionario reducido de Womac del grupo G1 (izquierda) y grupo G2 (derecha)...... 111

Figura 3-15 En la figura se muestran los resultados obtenidos con respecto al grado de satisfacción del grupo G2 (izquierda) y grupo G1 (derecha)...... 111

Figura 3-16. Mapa de winners o distribución de los pacientes sobre el mapa (neuronas). En rojo los pacientes del G2 (arriba y a la derecha) y en verde los del G1 (abajo a la izquierda). En las neuronas en blanco no hay pacientes 113

Figura 3-17. Representación de las proyecciones de cada variables sobre la distribución de pacientes en el mapa 114

Figura 3- 18. Mapas de la distribución de pacientes (izquierda) y de la proyección de las variables EBERG (centro) y AF (derecha) con sus mejoras cuantificadas en términos absolutos sobre la distribución de pacientes 115

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 2-1 Escala de Robert Lovett, M.D. - Kendall.....</i>	<i>72</i>
<i>Tabla 2-2 Protocolo de fisioterapia utilizado para los dos grupos (G1 y G2) en la primera semana.....</i>	<i>73</i>
<i>Tabla 2-3 Protocolo de fisioterapia utilizado para los dos grupos (G1 y G2) en la segunda semana.....</i>	<i>74</i>
<i>Tabla 2-4 Protocolo de fisioterapia utilizado para los dos grupos (G1 y G2) en la tercera semana</i>	<i>75</i>
<i>Tabla 2-5 Protocolo de fisioterapia utilizado para los dos grupos (G1 y G2) en la cuarta semana</i>	<i>76</i>
<i>Tabla 2-6 Protocolo de entrenamiento en plataforma dinamométrica.</i>	<i>79</i>
<i>Tabla 3-1 Descriptivos de la muestra.....</i>	<i>91</i>
<i>Tabla 3-2 Prueba de normalidad test Shapiro-Wilk.....</i>	<i>93</i>
<i>Tabla 3-3 Prueba t de Student para muestras dependientes</i>	<i>94</i>
<i>Tabla 3-4 Prueba de Rangos con Signo de Wilcoxon.</i>	<i>95</i>
<i>Tabla 3-5 Prueba de normalidad test de Shapiro-Wilk.</i>	<i>96</i>
<i>Tabla 3-6 Prueba t de Student para muestras dependientes.</i>	<i>97</i>
<i>Tabla 3-7 Prueba de Rangos con Signo de Wilcoxon.</i>	<i>98</i>
<i>Tabla 3-8 Resultados Pruebas t Student & U de Mann Whitney.</i>	<i>100</i>

ACRÓNIMOS

AF	Alcance Funcional
AP	Ancho de Paso
AVD	Actividades de la Vida Diaria
BM	Balance muscular
BS	Base de Sustentación
CG	Centro de Gravedad
COM	Centro de Masas
CP	Centro de Presiones
CT	Caminar en Tándem
DEP	Distancia Entre Pasos
EXT	Extensión
FLEX	Flexión
LCA	Ligamento Cruzado Anterior
LCP	Ligamento Cruzado Posterior
MEC	Mini Examen Cognoscitivo
MMSE	Mini-Mental State Examination
MPC	Movilización Pasiva Continua
OA	Osteoartritis
OLB	One Leg Balance
PDC	Posturografía Dinámica Computerizada
PT	Posición en Tándem
ROA	Romberg Ojos Abiertos
ROC	Romberg Ojos Cerrados
SOM	Self Organized Map
TUG	Time UP and Go

RESUMEN

Introducción: Debido al envejecimiento de la población y al aumento en la esperanza de vida, en la actualidad la artroplastia de rodilla es una de las cirugías más frecuentes en el primer mundo. Las causas más frecuentes del reemplazo protésico son la artrosis y la artritis reumatoidea. Dependiendo del dolor, la limitación articular y la impotencia funcional, el cirujano determina dicha cirugía. Gran parte del éxito de esta cirugía tanto a nivel motor como funcional depende en gran medida de la realización de una correcta fisioterapia. Actualmente, todos los protocolos están dirigidos a la recuperar el balance muscular y articular, reducir el dolor y mejorar la deambulaci3n. En este estudio se a~ade al protocolo est~andar de rehabilitaci3n, un trabajo de equilibrio en una plataforma dinamom3trica.

Objetivos: Demostrar que el entrenamiento del equilibrio en una plataforma dinamom3trica, produce mejoras en el mismo respecto al grupo control.

Material y m3todo: Estudio longitudinal a doble ciego de 40 sujetos con cirugía de ATR aleatorizados en dos grupos. A todos los sujetos se les toma medidas T1, T2 de todas las variables al iniciar y finalizar la fisioterapia, a las cuatro semanas. Protocolo est~andar de Rehabilitaci3n (PR) (crioterapia, isom3tricos, movilizaciones activas y resistidas, caminar por paralelas, subir y bajar escaleras, ejercicios de equilibrio). **G1** (Grupo Biodex): protocolo est~andar de rehabilitaci3n + plataforma de equilibrio. **G2** (Grupo Control): protocolo est~andar de rehabilitaci3n.

Resultados: Se observan mejorías estadísticamente significativas en todas las variables excepto en Romberg ojos abiertos y ancho de pasos que también existe mejoría pero no es significativa. Como se podr~a observar en las gráficas que adjuntaremos en la comunicaci3n.

Conclusiones: *Se observa que la realización de un programa de rehabilitación junto con una plataforma de equilibrio mejora la función del paciente además de mejorar también el equilibrio y la deambulación.*

ABSTRACT

Introduction: nowadays, due to the aging of the population and the lifespan increase, the total knee replacement (TKR) has become one of the commonest surgeries in the developed world. The most frequent causes of the prosthetic replacement are the arthrosis and the rheumatoid arthritis. Depending on the pain felt by the patient, the articular limitation and the functional disability, the surgeon establish the right time to perform the intervention. Great deal of this surgery success with regard to both motor and functional levels is highly dependent on a proper rehabilitation training. Currently, all the rehabilitation protocols lead to the muscular and articular recovery, pain decrease and improve ambulation. In this study we add to the TKR standard rehabilitation protocol a work balance training with a dynamometric platform.

Objective: this work is aimed at demonstrating that the balance training with a dynamometric platform after a Total Knee Replacement intervention produces a significant improvement in the functional, muscular and balance performances of the patient.

Material and methods: Longitudinal double blinded study with 40 TKR intervened patients divided into two groups. Standard Rehabilitation protocol included cryotherapy, isometric, and resistive active mobilizations, parallel walk, climb stairs, balance exercises. **Group G2** (Control Group): Standard Rehabilitation protocol. **Group G1** (Biodex Group) Standard rehabilitation protocol plus Biodex Training. Variables: functional: Kendall, Flexion, and Extension. Balance: Berg Scale, Romberg tests open and closed eyes, Time in Parallels, One leg Position Time, Tandem Position, and Distance between Parallels.

Conclusions: *physiotherapy training with dynamometric platform is a well-tolerated safe method with a high potential to decrease the functional limitations and to improve the postural control after a TKR intervention. Rehabilitation programs aimed at increasing the strength and mobility together with balance exercises achieve an improvement of the quality of life and fitness of the TKR patient.*

1. INTRODUCCIÓN

1.1 INTRODUCCIÓN

El envejecimiento de la población a nivel mundial es un fenómeno profundo, duradero, irreversible y carente de precedentes. Se prevé que en 2050 la población con más de 60 años supere a los jóvenes menores de 15 por lo que el gasto a nivel sanitario puede verse disparado de forma exponencial. Este fenómeno progresivo del envejecimiento poblacional ha de afrontarse con transformaciones paulatinas que afectan al entorno físico y social, a los sistemas de servicios sanitarios y sociales, y a las familias [1]. En concreto, para 2050 [2] se estima que a nivel mundial el 22% de la población superará los 60 años y el 4,5% los 80 años de edad. Por áreas, en América del Norte estas cifras serán del 27,3% y 7,8% respectivamente; en América Latina y Caribe alcanzarán el 24,3% y el 5,2% y en Europa serán de 32,6% para más de 60 y 9,4% de personas mayores de 80 años [3].

Varios estudios sugieren un aumento de los gastos sanitarios en las próximas décadas, siendo una de las razones principales el proceso de envejecimiento de la población que están experimentando los países desarrollados [4] [5] [6]. Dentro de éstos, España es uno de los países que experimentará una mayor longevidad. Según un informe de Naciones Unidas [7], en el año 2050 España será el país más envejecido del mundo; el 44,1% de la población española será mayor de 60 años y la media de edad será de 55,2 años frente a una media global mundial de 36,2 años.

En la actualidad y debido a este envejecimiento poblacional, en los países desarrollados se ha producido un aumento en la prevalencia de las enfermedades articulares invalidantes. En general, las articulaciones con más riesgo de padecer este tipo de enfermedades son la cadera y la rodilla, lo que compromete de forma crítica tanto la integridad de la articulación como la de

los tejidos periarticulares, y afecta de forma severa a las actividades de la vida diaria (AVD) de los sujetos que la padecen.

Centrándonos en la articulación de la rodilla, son muchos los estudios llevados a cabo, tanto con respecto a la evolución y síntomas de dicha degeneración como al tipo de tratamiento. Este último es diferenciable, ya que existen varias posibilidades dependiendo de los síntomas del paciente, de su estado de evolución y del criterio del cirujano ortopédico.

Teniendo en cuenta esto, se puede elegir entre diversos tratamientos. En primer lugar, el tratamiento indicado suele ser farmacológico, con la administración de antiinflamatorios no esteroideos (AINES) para paliar el dolor y la inflamación. En segundo lugar, el médico suele pautar un tratamiento combinado entre AINES y fisioterapia. Con esto se pretende, además de disminuir el dolor y la inflamación, restablecer tanto la movilidad articular como la fuerza de dicha articulación mediante la realización de ejercicios y terapia física con la aplicación de corrientes analgésicas y ultrasonidos; el objetivo de este tratamiento es prolongar la vida de dicha articulación manteniendo la musculatura y el rango de movilidad. El último recurso utilizado, debido al fracaso de estos dos últimos, es el tratamiento quirúrgico que se realiza mediante la sustitución o recambio de la articulación, también llamada artroplastia.

Habitualmente, las causas coincidentes por las que se produce una degeneración tanto de la rodilla como del resto de sus estructuras vecinas, son la artrosis y la artritis reumatoide [8] [9] [10] [11]. La primera, también llamada gonartrosis, se suele instaurar principalmente en personas de edad avanzada. Por su parte, la segunda generalmente afecta a un tipo de población más joven, debido a otro tipo de causas.

En España la artrosis afecta a alrededor del 14% de las mujeres y del 5,7% de los hombres [12]. El aumento en la calidad de vida y el envejecimiento poblacional, sumado a los avances en la medicina y a los cambios saludables en el estilo de vida, hace presuponer que estos datos porcentuales serán mucho mayores dentro de 10 años.

Según el estudio EPIdemiológico de la Sociedad Española de Reumatología (EPISER) llevado a cabo con personas mayores [13] [14] [10] [15], en España la prevalencia de la gonartrosis sintomática de rodilla asciende a un 33,7% en mayores de 70 años y a un 28,6% en edades comprendidas entre 60 y los 68 años.

Si bien las causas de la artrosis es multifactorial (genética, estilo de vida, actividad física, peso, dieta, etc.), el resultado final es la desintegración del cartílago articular, lo que conlleva el aumento de carga entre huesos en contacto debido al peso y a la inflamación y posterior desaparición de los tejidos blandos situados alrededor de la articulación. Esto provoca derrames articulares, contracturas de los tejidos y deformidad de la extremidad inferior [16].

La artrosis severa de rodilla o gonartrosis produce diferentes síntomas. Entre los más importantes se pueden destacar el dolor, la limitación de recorrido, la deformidad articular y la impotencia funcional, lo que conlleva una atrofia de la musculatura periarticular e incluso de todo el miembro inferior. En ocasiones la impotencia funcional y el dolor son tan fuertes que la deambulación o incluso la realización de las AVD puede resultar imposible. En pacientes con síntomas muy avanzados, donde el tratamiento con antiinflamatorios y la realización de un tratamiento de fisioterapia no consigue buenos resultados, el cirujano recomienda que se realice la intervención quirúrgica como se ha mencionado anteriormente.

El tratamiento quirúrgico consiste, sobre todo, en la realización de una osteotomía o en el implante de una artroplastia de sustitución articular.

En cuanto a los criterios más importantes en los que se basan los cirujanos ortopédicos para utilizar esta técnica son el dolor severo de la articulación de la rodilla, la impotencia funcional y la degeneración del cartílago articular [17] [18].

En personas jóvenes y activas por debajo de los 60 años se puede considerar la osteotomía femoral o tibial, donde la artrosis está poco evolucionada, es unicompartmental y con dolor localizado. La osteotomía ofrece buenos resultados iniciales, aunque la tendencia es un empeoramiento con el paso del tiempo, y se considera en muchos casos como un procedimiento temporal [19].

Por todo ello, la intervención más utilizada hoy en día es la técnica de Artroplastia Total de Rodilla (ATR), en la cual se reemplaza la articulación afectada por una prótesis [9].

La ATR es una de las técnicas que constituye uno de los mayores avances terapéuticos en el campo de la cirugía ortopédica. Esta intervención ha demostrado ser una de las actividades médicas con mejor relación coste-efectividad. Además, cabe destacar la importancia de la formación de una unidad funcional de ATR en los servicios de cirugía ortopédica y traumatológica, que de entre muchos de sus beneficios destacan [20]:

- Una reducción del coste global de la intervención en un 16%.
- La disminución a la mitad del número de días de hospitalización. Actualmente el número de días de hospitalización es inferior a nueve.
- Disminución del dolor en reposo y durante la realización de las AVD.

- El aumento del número de intervenciones anuales.
- Una disminución del número de infecciones profundas que, aunque no suelen ser muy frecuentes, se reduce hasta en un 66%.
- Finalmente, el número de complicaciones a corto plazo se mantiene en los mismos parámetros que sin unidad de ATR.

En la mayoría de los estudios realizados el alta hospitalaria se alcanza entre el tercer y el noveno día, e incluso existen estudios donde se reducen drásticamente a tres o cuatro los días de hospitalización [21]. El paciente intervenido de ATR y con un tratamiento postquirúrgico adecuado, puede obtener una mejora importante tanto en la reducción del tiempo de su rehabilitación como en un aumento en su calidad de vida [22] [23].

En la última década, se han producido cambios significativos tanto de diseño como en el aspecto biomecánico de las Prótesis Totales de Rodilla (PTR), que hacen que sean más efectivas y duraderas [24] [25] [26] [27]. Un ejemplo importante de estos cambios significativos es la introducción del platillo tibial, el cual consigue una menor erosión y un mayor deslizamiento en la prótesis. Con todo esto se consigue, a corto plazo, el incremento de la amplitud del rango de movilidad con un aumento de la flexión y, a largo plazo, una disminución en cuanto a la generación de partículas de polietileno, derivándose con el paso del tiempo en un menor desgaste y una vida útil más larga. Esto es un objetivo deseable, puesto que la duración en condiciones óptimas de las prótesis es limitada en el tiempo.

El éxito de esta técnica depende de diversos factores, los cuales determinan la eficacia con la que el implante se adapte a las estructuras óseas y partes blandas articulares para lograr una buena estabilidad, movilidad y presión de contacto entre los componentes [27]. Además, existen otros factores extrínsecos al acto quirúrgico, como la pérdida de la fuerza del

cuádriceps y la falta de flexión y extensión de la rodilla antes de la intervención, pudiendo afectar estos a los resultados post-operatorios [28] [29].

La pérdida de flexión y de extensión en la rodilla puede aumentar el riesgo de aparición de osteoartrosis (OA). Sin embargo, realizando una buena rehabilitación con un plan de fisioterapia se puede retrasar la cirugía. En especial en pacientes con disminución de la flexión que son los más habituales, se ha de realizar una rehabilitación dirigida a recuperar el rango articular de la articulación de la rodilla antes de la intervención quirúrgica [30].

Respecto a los beneficios que aporta al paciente, la evidencia clínica apoya el éxito de la ATR en la disminución del dolor y de los síntomas de la osteoartritis, así como en una alta tasa de satisfacción por parte del paciente [31] [32], con evidente mejora en la realización de las actividades de la vida diaria. Es por esto que su indicación ha aumentado de manera muy significativa, llegando a ser en la actualidad la causa más importante por la que se realizan este tipo de intervenciones. De hecho, tiene una incidencia sólo en España de unas 25.000 ATR cada año [33] [27].

Sin embargo, en este procedimiento quirúrgico existe evidencia científica de que los beneficios sobre la función y la fuerza no son tan convincentes. Esto es debido a que evaluaciones cuantitativas de la función y de la fuerza de la rodilla han demostrado déficits funcionales que persisten después de un año de la cirugía o incluso durante periodos más prolongados [34] [35] [36].

Si se comparan, rodillas intervenidas de ATR con rodillas sanas, los pacientes con OA presentan debilidad de toda la musculatura del miembro inferior. En concreto, aparece una disminución de la fuerza del músculo cuádriceps, con unos valores que oscilan entre un 40% y un 60% en niveles

pre-operatorios. Esta disminución de la fuerza persiste incluso cuando la rehabilitación post-operatoria comienza 48 h después de la intervención. Además, puede haber una disminución de la fuerza del cuádriceps que puede oscilar entre un 60% y un 88% durante el primer mes después de la cirugía [37] [38] [39].

En la mayoría de ocasiones la falta de fuerza del cuádriceps, así como la ausencia de trabajo activo por parte del paciente después de una ATR, puede explicar la dificultad de éstos para realizar actividades excéntricas, como sentarse o bajar escaleras. A la dificultad de realizar un trabajo analítico del mismo, se suma la debilidad de éste debida a la atrofia muscular, pudiendo retrasar la recuperación funcional hasta 6 meses o más después de la cirugía [38].

Por todo ello, para conseguir un mayor éxito tras la cirugía de la ATR y reducir tanto el gasto hospitalario como el tiempo de la rehabilitación, es importante preparar al paciente realizando una enseñanza con ejercicios enfocados para mejorar tanto a nivel muscular como articular [40]. Es aquí donde entra el tratamiento fisioterápico que, como se puede apreciar, está totalmente indicado en estos casos.

1.2 JUSTIFICACIÓN

Como se ha introducido, la artrosis avanzada de rodilla es una de las causas más importantes de reemplazo de dicha articulación. Cuando la artrosis progresa, se producen cambios en los tejidos periarticulares, ligamentos, capsula articular, así como una disminución de la musculatura. Además, los pacientes tienen un déficit de la propiocepción en comparación con aquellos de edades similares que no padecen artrosis. Pruebas biológicas han demostrado que existe una reducción del número de receptores sensoriales

mecánicos alrededor de los tejidos (músculos y ligamentos) de la articulación de la rodilla con artrosis [41] [42]. Hassan *et al.* [43] llegan a la conclusión que el dolor y la disminución de la fuerza muscular afecta al equilibrio y al control postural, principalmente aumentando la inestabilidad en los pacientes con OA. Kim [44] observó que existía una disminución de equilibrio y de control postural en pacientes con artrosis severas respecto a los pacientes con artrosis suaves. Por lo que Stan [45] y colaboradores llegan a la conclusión, en un estudio reciente del 2014, que el aumento de artrosis y la disminución de la fuerza muscular y propiocepción contribuyen a una mayor inestabilidad postural con un aumento en la probabilidad de padecer una caída.

En este estudio se pretende demostrar la importancia que tiene recuperar el control postural y el equilibrio después de una ATR debido al deterioro propioceptivo, tanto por la OA de rodilla y todo lo que conlleva, como a la misma intervención quirúrgica. Es aquí donde la realización de ejercicios encaminados al desarrollo de la fuerza y al aumento muscular, incluyendo los que integran capacidades tales como la elasticidad, la propiocepción y el equilibrio, juegan un papel esencial para el éxito de la rehabilitación. Estos exigen una alta demanda del sistema propioceptivo, siendo éste parte fundamental dentro del mecanismo de control de la ejecución de los movimientos y del Centro de Gravedad (CG).

Las rodillas intervenidas de ATR recuperan a corto plazo y por norma general, la fuerza muscular y el recorrido articular, con unos valores funcionales poco aceptables. Es por esto que la gran mayoría de los pacientes terminan su rehabilitación con dificultades en la marcha, con alteraciones en el equilibrio y con la aparición de un mal apoyo inicial del miembro inferior operado.

En los sujetos operados de ATR, además de la inestabilidad debido a la artrosis y a la disminución de la fuerza muscular, hay que considerar el deterioro del apoyo bipodal que está relacionado con la alteración de sus mecanorreceptores y la aparición de cambios en su centro de gravedad. En la cirugía se restauran o se eliminan ligamentos, hueso y la geometría intra-articular de la articulación de la rodilla, pudiéndose alterar el sistema propioceptivo de la articulación, afectando al equilibrio y al control del movimiento [46].

Esto conlleva una mayor inestabilidad de los pacientes, en los que aparecen problemas primarios, como mantener el equilibrio (aumento del riesgo de padecer una caída), y problemas secundarios, como son los musculoesqueléticos. Wada *et al.* [47] afirmaron que el deterioro de la propiocepción continúa después de una ATR, conduciendo indirectamente a limitaciones de movimiento en las extremidades inferiores. Fitch *et al.* [48] llegaron a la conclusión que se pierde un 20% de movilidad el primer año después de una ATR, en comparación con los homólogos sanos de la misma edad, y que una buena estabilidad de la rodilla y un buen control del equilibrio son factores que pronostican un buen resultado final después de una cirugía de ATR. Esto mismo contrasta con el estudio de Viton *et al.* [49] que afirmaron que el control postural y la movilidad del sujeto sufre un deterioro después de una ATR, contribuyendo a un equilibrio deficiente y a una mayor inestabilidad.

La fisioterapia convencional realiza un trabajo muy importante en la rehabilitación de las ATR. Su finalidad persigue la ganancia de la fuerza muscular, del recorrido articular, de la disminución del dolor y de la mejora general la capacidad funcional del paciente.

La gran mayoría de estudios se centran en el entrenamiento funcional sin tener en cuenta ejercicios encaminados a la recuperación del control

postural y equilibrio, factores que en el presente estudio se han tenido en consideración, ya que consideramos mejoraría la estabilidad del sujeto y reduciría en mayor medida el riesgo de sufrir una caída. Sin embargo, es cierto que se han podido encontrar algunos autores que enfatizan la importancia de este tipo de tratamiento como However, que centra sus estudios en la rehabilitación del equilibrio después de una ATR; igualmente Piva *et al.* [50] que comparan los efectos del entrenamiento del equilibrio en pequeños grupos. Andriachi *et al.* [51] [52] llegaron a la conclusión que un programa de rehabilitación integrado por ejercicios relacionados con el equilibrio y *biofeedback* pueden ayudar a disminuir la asimetría del movimiento después de una ATR. Esto es beneficioso, por un lado, prolongando la durabilidad de la prótesis y, por otro, reduciendo en mayor medida cargas innecesarias sobre la articulación sana.

Un método útil de análisis y de entrenamiento del equilibrio y de la propiocepción es la utilización de las plataformas dinamométricas. La mayoría de los estudios la utilizan sobre todo en la rehabilitación de pacientes con patología vestibular. En la actualidad se está investigando su uso en el área de la rehabilitación física, incluso en pacientes con patología osteoarticular y musculotendinosa.

Existen estudios donde se detecta el déficit de equilibrio y del control postural después de una ATR [40-46]. Por ello, se decide considerar la importancia de realizar un trabajo destinado a mejorar el equilibrio y el control de la postura con un sistema de entrenamiento en una plataforma dinamométrica, junto con un programa de rehabilitación en pacientes intervenidos con ATR.

La mejora del equilibrio, confirmada por este instrumento, permitirá contrastar la eficacia de algunas técnicas fisioterápicas y rehabilitadoras sobre las que no valoran la importancia de este aspecto [53].

1.3 MARCO CONCEPTUAL

Antes de analizar los temas específicos que se tratan en este estudio, es necesario mencionar y explicar brevemente algunos conceptos de interés relacionados con el trabajo realizado.

1.3.1 Definición de ATR

La ATR es la sustitución artificial de la articulación de la rodilla. Durante las últimas tres décadas, la ATR ha sido el tratamiento elegido para la artrosis avanzada y limitante de rodilla. El éxito de dicha técnica depende de diversos factores, que determinan la eficacia con que el diseño del implante se adapta a las estructuras óseas y partes blandas articulares para lograr una buena estabilidad, movilidad y presión de contacto entre los componentes [27] [11].

1.3.2 Equilibrio

Es un estado corporal donde fuerzas distintas y encontradas actúan sobre el cuerpo, anulándose. Desde un punto de vista fisiológico, se corresponde con una integración de la postura en un sistema funcional complejo dado por una acción coordinada y simultánea entre propioceptividad, tonicidad y exteroceptividad [54].

1.3.3 Postura

Representa la totalidad de posiciones relativas del cuerpo, de las extremidades entre ellas y su orientación en el espacio [55] [56]. Se entiende como el punto de partida desde el cual se acometen las actividades funcionales o se mantiene en reposo.

1.3.4 Centro de Masas

Corresponde a la suma de las trayectorias o a la representación de todos los segmentos del cuerpo, tanto en los planos antero-posterior como medio-lateral [57].

1.3.5 Base de Sustentación

Es la superficie disponible para apoyar el peso del cuerpo. Área de apoyo es aquella superficie sobre la que el peso del cuerpo ejerce su línea de acción descargándose. Se establece una interacción eficaz de las distintas partes del cuerpo entre sí y con la Base de Sustentación (BS) [58] [59] [60].

1.3.6 Control Postural

Se define como la capacidad de mantenimiento de la orientación de los diferentes segmentos del cuerpo y de la estabilidad de la proyección del centro de masas (COM, *Center Of Mass*) o de presiones corporal dentro de los límites de la base de soporte o BS. A partir de aquí se definen los límites de estabilidad entre los cuales el sujeto se desplaza sin caída ni modificación de la base de soporte. Para un correcto control postural es necesario la integración en el sistema nervioso central de la información visual, vestibular y somatosensorial

[61] [54] [56]. El control postural es un aspecto básico para comprender la capacidad del ser humano para desarrollar sus actividades.

1.3.7 Centro de Gravedad

Punto situado en el centro de la masa corporal, en la intersección de los planos sagital, frontal y horizontal. Puede ser variable en distintos sujetos, pero aproximadamente se encuentra anatómicamente delante del promontorio (vértebras L5 y S1) y la segunda vértebra sacra, a tres centímetros por delante de la articulación del tobillo. En términos prácticos es el punto aparente de acción de la suma de las fuerzas de gravedad que actúan en todo el cuerpo. También puede interpretarse como la proyección vertical del COM en el suelo [62] [57] [63].

1.3.8 Estabilidad

Definido, como la resistencia a perder el equilibrio o como la capacidad de mantener el CG dentro de la base de sustentación ante estímulos externos. Va a depender principalmente de tres factores [54]:

- La BS, de forma directamente proporcional.
- La distancia de la línea de gravedad al borde de la BS, siendo el equilibrio más inestable cuanto más se acerca al borde de la BS.
- La altura del CG, ya que una mayor altura de éste representará mayor inestabilidad.

1.3.9 Centro de Presión

Corresponde al punto de localización del vector de las fuerzas verticales de reacción del suelo. Representa el promedio de todo el peso que está en

contacto con la superficie del suelo. Éste es totalmente independiente del COM. La localización del Centro de Presiones (CP) bajo cada pie es el reflejo directo del control neural de los músculos del tobillo [57].

1.4 ESTUDIO DEL SISTEMA VESTÍBULO-ESPINAL

A continuación se exponen los antecedentes históricos más relevantes en cuanto a las plataformas dinamométricas, para luego presentar el estado actual de esta tecnología.

1.4.1 Antecedentes Históricos

El primer método para medir el equilibrio fue el Test de Romberg (1953), que compara la oscilación postural espontánea con los ojos abiertos frente a la oscilación que se produce con los ojos cerrados, con la finalidad de identificar alteraciones del sistema somatosensorial periférico. Permite apreciar en qué medida un individuo utiliza la visión para el control de su postura ortostática [61] [54].

Más tarde, Robert Barany (1876-1936) describe la inestabilidad postural y explora la función vestibulo-espinal en pacientes afectos de patología vestibular. Observa la tendencia de estos pacientes a caer hacia el lado afecto, es decir, en el sentido del componente lento del nistagmus, a diferencia de los sujetos con patología cerebelosa.

En el siglo XIX se empiezan a describir las primeras plataformas dinamométricas; (Beely en 1892 y Marey en 1894). En 1916 Amar diseñó una pista dinamométrica que registraba fuerzas en cuatro direcciones: vertical, horizontal, lateral externa y lateral interna. En 1952, Cunningham y Brown,

fabricaron una plataforma dinamométrica en cuyo diseño se han basado muchos sistemas posteriores de análisis de fuerzas [64] [65].

Los trabajos de Baron (1964), Henricksson (1967), Taguchi (1977), Black (1985) y Norre (1992), constituyen los puntos de referencia básicos en el desarrollo de un sistema de cuantificación de las alteraciones del reflejo-vestíbulo espinal y del control postural por medio de los desplazamientos del centro de presiones.

Pese al indudable interés de muchos de estos trabajos, no es hasta 1986 cuando se comercializa el sistema desarrollado por Nashner y estudiado clínicamente en colaboración con Black, denominado Posturografía Dinámica o Plataforma de Fuerzas o de Equilibrio *Equitest* (NeuroCom Inc.), y cuando comienza el verdadero auge de la Posturografía.

1.4.2. Técnicas actuales de registro del control postural en bipedestación

Respecto a la tecnología utilizada, cabe decir que toda fuerza aplicada sobre la plataforma dinamométrica producirá una señal eléctrica proporcional a la fuerza que se haya aplicado y que se proyectará en los tres ejes del espacio (x, y, z) [66] [67] (Figura 1.1).

Cuando se ejerce presión sobre la plataforma se producen pequeñas tensiones sobre las columnas que la soportan y esto origina cambios sobre las cargas. La medición de esos cambios se utiliza para obtener la fuerza resultante en los tres ejes del espacio, asimismo se puede determinar el punto de aplicación de dicha fuerza en cada momento del apoyo [66] [67].

En la actualidad existen tres técnicas para obtener un registro del control postural en bipedestación, las cuales se nombran a continuación:

1.4.2.1 Craneocorpografía

Esta técnica, descrita por Claussen en 1970, consiste en el registro mediante cámara fotográfica de los movimientos de la cabeza y del cuerpo durante las pruebas de Romberg, Unterberger y Fukuda. En la placa fotográfica, de revelado inmediato, se obtiene una imagen de los desplazamientos del CG y de los movimientos corporales de corrección. Permite registrar la oscilación corporal, analizarla cualitativa y cuantitativamente, y archivarla para compararla con otros registros. Por ello, constituye un método de exploración objetivo del mantenimiento del equilibrio y de la función del sistema vestibuloespinal.

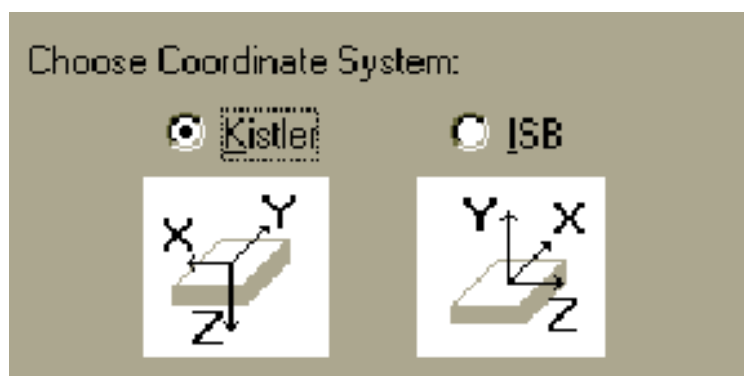


Figura 1-1 Sistema de Coordenadas

Éstas detectan y cuantifican fuerzas horizontales y verticales. La información registrada es remitida a un sistema informático que registra las coordenadas del CP, el cual representa una buena estimación de la posición del CG si el cuerpo se mueve lentamente. Pueden analizarse distintos parámetros de las coordenadas del CP relacionados con su posición media, su trayectoria en el eje anteroposterior o mediolateral [68]. El balanceo u

oscilación postural es considerado en la actualidad un importante indicador de la función de equilibrio [69].

1.4.2.2. Posturografía

La posturografía permite conocer la habilidad que tiene el sujeto para utilizar las informaciones vestibular, visual y somatosensorial, mediante la anulación o distorsión de las dos últimas. Asimismo, permite conocer el estado funcional del sujeto y orientar el tratamiento médico o rehabilitador, al identificar la disfunción sensorial. En este sentido, complementa la información obtenida por el estudio del reflejo vestíbulo-ocular mediante el electro o videonistagmografía.

Hoy en día, esta técnica analiza el equilibrio en la postura de bipedestación en situaciones de complejidad creciente y desestabilización, informando del estado funcional del equilibrio del sujeto [70]. Constituye un método de utilidad clínica para el estudio del equilibrio humano, cuantifica los componentes sensoriales que contribuyen al mantenimiento del equilibrio y permite valorar la integración sensitomotora tanto en sujetos normales como en aquéllos con trastornos del equilibrio [9].

1.4.2.3 Posturografía Dinámica Computerizada

Los sistemas de posturografía dinámica emplean una plataforma dinamométrica montada sobre un soporte capaz de trasladarse horizontalmente, inclinarse hacia delante o detrás y/o girar alrededor de un eje colinear con los tobillos. El movimiento de la plataforma está acoplado al del sujeto para mantener constante el ángulo del tobillo con la finalidad de disminuir la información de los propioceptores de esta articulación, pero también pueden estar rodeadas de un entorno visual capaz de desorientar al sujeto.

Además, permite conocer el estado funcional del paciente en el control del equilibrio a través de información cuantificada sobre el funcionamiento de diferentes sistemas sensoriales (visual, somatosensorial y vestibular) que participan en el control del equilibrio como se ha mencionado anteriormente, junto con estrategias de movimiento para el mantenimiento del mismo, límites de estabilidad de la persona y capacidad de control voluntario en el desplazamiento de su CG. Este sistema es de fácil uso e interpretación de resultados, y puede resultar de gran utilidad tanto en la práctica clínica como en el campo médico-legal [58] [59].

Los resultados de evaluación y rehabilitación realizados mediante posturografía dinámica computarizada potencian la confianza del paciente inestable y fomentan su autorrecuperación [59].

Asimismo, el conocimiento de un déficit concreto en el control postural, contribuye al desarrollo de planes de prevención de riesgo de caídas [58].

Los datos obtenidos con la PDC facilitan el diseño de ejercicios individualizados y la elaboración de programas de entrenamiento dirigidos a compensar o corregir déficits posturales, mejorar la estrategia de equilibrio y potenciar sistemas sensoriales que suplan al sistema deficitario. La PDC también cuenta con programas específicos de ejercicios de rehabilitación que permiten establecer los límites de estabilidad, trazar el desplazamiento y la trayectoria que sigue el CG en un movimiento determinado, o establecer el tiempo que tarda el paciente en iniciar un movimiento y desplazar el CG de un sitio a otro [58] [71]. También es posible determinar los errores que se producen en la dirección y distancia del movimiento respecto a un objetivo [72].

Actualmente, la PDC se considera el *Gold Standard* para el estudio del control postural [73]. Recientemente ha sido incluida por la *American Medical*

Association entre los métodos que permiten la documentación de los déficits y discapacidades. Permite conocer el grado de disfunción del equilibrio del paciente, el patrón de déficit sensorial, el desplazamiento del centro de gravedad, la estrategia de equilibrio utilizada y la distribución del peso en los miembros inferiores.

Por todo esto, se concluye que el estudio instrumentado de la postura, precisamente mediante plataformas dinamométricas, podría ser de gran utilidad para la investigación de la propiocepción tras la cirugía ortopédica de artroplastias de rodilla [53].

A continuación, una vez conocidos los instrumentos para poder valorar el CP, es importante profundizar en el concepto de ATR, de sus características y de sus diferentes tipos y tratamientos.

1.5 LA ATR

En los últimos años, los avances biomecánicos y de diseño de las ATR han mejorado la amplitud de movimiento y la supervivencia de las mismas. Una de las modificaciones realizadas con mayor relevancia es la incorporación de meniscos o de platillo tibial móvil. Con estos diseños se persigue conseguir una disminución del desgaste y de la generación de partículas de polietileno, a la vez que se aumenta el grado de la flexión.

1.5.1 La Incidencia de la ATR

En el año 2005 Peiró [74] analiza 111 áreas españolas con un total de 26.128.473 habitantes, y observa que se realizaron 20.573 intervenciones de artroplastias de rodilla. La incidencia fue de 7,87 ATR por cada 10.000 habitantes.

En las áreas estudiadas, la posibilidad de indicar una artroplastia de rodilla a un paciente de edad superior a los 85 años varía (desde un 6,5%, en áreas donde la tasa es más, baja hasta un 31,9% de habitantes, en las de tasa más elevada). La posibilidad de que se coloque una prótesis de rodilla a una mujer en el mismo grupo de población resulta ser de prácticamente el doble que la del hombre.

El número de prótesis en España ha aumentado debido tanto a la edad de la población como al éxito de las intervenciones. Se calcula que cada año se colocan 25.000 prótesis. El coste mínimo estimado es de unos 124 millones de euros al año [75] [21].

En el servicio de documentación clínica y admisión del Hospital Clínico Universitario de Valencia, perteneciente al departamento 5, se ha realizado una búsqueda informática desde el año 2006 hasta octubre del 2012, de las intervenciones quirúrgicas de ATR, tanto en dicho hospital como las intervenidas por plan de choque y las operadas en el Hospital de la Malvarrosa de Valencia, también en el departamento 5.

- De todas las ATR intervenidas, 625 fueron realizadas en el Hospital Clínic Universitari de València, de las cuales el 27,4% eran hombres y 72,6% mujeres.
- Las intervenidas en el mismo hospital por Plan de Choque, fueron un total de 55, ATR de las cuales el 24,6 % eran hombres y el 75,8 % mujeres.
- Por último, en el Hospital de la Malvarrosa, se intervinieron 42 ATR, de las cuales 13 eran hombres (26,2%) y 29 mujeres (73,8%).

Como se puede observar, estos resultados coinciden con los datos del estudio realizado por Peiros y publicado en el año 2005, con tasa mayor de ATR en mujeres que en hombres (Figura 1.2).

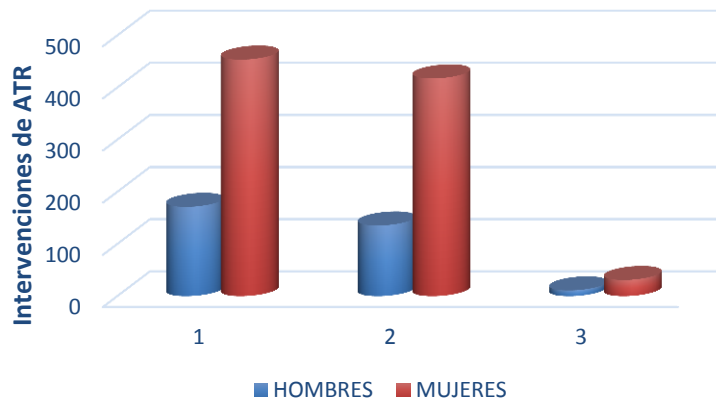


Figura 1-2 En la figura se muestran el número total de ATR tanto en mujeres (en rojo) como en hombres (en azul) en distintos centros.

1.5.2 Tipos y Componentes de la Prótesis de Rodilla

En la actualidad existen distintos tipos de prótesis, pudiéndose clasificar en función del número de compartimentos reemplazados, bien por las características mecánicas, por los medios de fijación o por la naturaleza de los materiales [76].

1.5.2.1 Según el número de compartimentos reemplazados

Se dividen en tres tipos:

1. La prótesis monocompartimental (Figura 1.3). Hoy en día este tipo de prótesis está en desuso y su colocación no supera el 10% de la totalidad. Pueden emplearse en pacientes con cierto grado de artrosis unilateral, tanto en el cóndilo femoral como en el tibial. Presentan ciertas ventajas, entre ellas una cirugía más conservadora, un implante más barato, una menor necesidad de transfusión y una recuperación más rápida tras la

intervención. Por norma general se consiguen resultados satisfactorios, ganando recorrido articular con la consiguiente mejora en la movilidad y propiocepción. Su desventaja principal reside en la dificultad de precisar si realmente la artrosis es unicompartmental y si el compartimento no reemplazado se va a degenerar o no con el tiempo [77].

2. La prótesis bicompartimental (Figura 1.4) es aquella en la que se sustituye completamente la superficie tibial y femoral, es decir, los compartimentos fémoro-tibial interno y externo.
3. La prótesis tricompartmental (Figura 1.5) es aquella en la que, además de los anteriormente mencionados, se sustituye la superficie posterior de la rótula. La reproducción de la anatomía y de la cinemática articular de la rodilla es bastante aproximada. La asimetría de los cóndilos femorales y de los platillos tibiales permite realizar una rotación automática de mayor o menor grado con respecto a los movimientos de flexión y extensión. La mayoría de estas prótesis permiten una flexión de 110° con una rotación axial de unos 15° a 20° y una abertura en valgo de unos 5° a 10° . Si se sacrifica el ligamento cruzado posterior, se gana mayor congruencia articular pero se pierde movilidad en flexión y no es posible reproducir la cinemática articular de rodilla. Si el ligamento cruzado posterior se conserva, aumenta la movilidad de la rodilla en flexión y, además, se puede conseguir mayor potencia del cuádriceps al aumentar el brazo de palanca [78]. Se trata de la prótesis utilizada con mayor frecuencia por los cirujanos, siendo precisamente a la que se ha sometido la muestra de este estudio.



Figura 1-3 Prótesis de rodilla unicompartmental normal. Radiografía anteroposterior (a) y lateral (b) de rodilla izquierda que demuestra una prótesis reciente unicompartmental del compartimento medio (Pérez S, 2006).

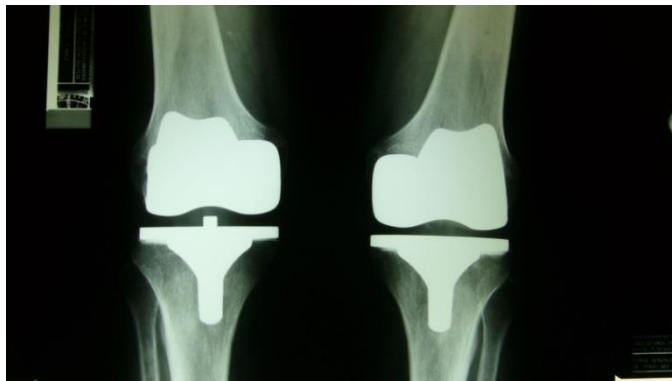


Figura 1-4 Radiografía antero-posterior y lateral de una prótesis de rodilla bicompartmental (Castiella S, 2007).



Figura 1-5 Radiografía antero-posterior y lateral de una prótesis tricompartmental (Castiella S, 2007).

1.5.2.2 Atendiendo a los materiales de fijación

Pueden ser cementadas, no cementadas, híbridas o recubiertas de hidroxiapatita [8] [78].

- Las prótesis cementadas son utilizadas en personas mayores y sedentarias, en huesos poróticos, y en artrosis severas de rodilla donde existe una mala adaptación de la prótesis a los cortes óseos; también se suelen utilizar siempre que se desee una deambulación precoz. Este tipo de prótesis deben evitarse en pacientes con larga esperanza de vida [79].
- Las prótesis no cementadas pueden tener un revestimiento poroso o un tratamiento superficial con hidroxiapatita que favorece la osteointegración. Es la llamada fijación biológica. Teóricamente esta fijación no se debería deteriorar con el tiempo y, por lo tanto, es la ideal para personas más jóvenes y activas. La estabilidad intrínseca de los patillos tibiales es escasa, por lo que ésta se obtiene de forma primaria, además de por el efecto de encaje de las piezas sobre las epífisis, por la ayuda de vástagos de diferentes formas (cilíndricos,

aleteados, etc.) o tetones, y, a veces, por la ayuda de uno o varios tornillos [80].

- Por último el modelo híbrido, en el que el componente femoral está sin cementar. Sin embargo la rótula y el componente tibial sí están cementados. Este tipo de técnica es la preferida por los cirujanos.

La indicación actual sobre la cementación o no de una ATR se basa en criterios subjetivos preoperatorios, clínicos y radiológicos e intraoperatorios, no pudiéndose precisar con datos objetivos la necesidad del anclaje biológico o cementado.

Las tibias y fémures que no precisan cementación, presentan una mayor masa ósea en todas las zonas de anclaje de los vástagos fémoro-tibiales, superiores a los valores promedios antes de la colocación de la prótesis total de rodilla. A los seis meses de la intervención, las artroplastias no cementadas presentan mayor masa ósea a nivel de ambos platillos tibiales y desmineralización a nivel del vástago tibial. Resulta interesante también que, a los seis meses de la intervención, las artroplastias cementadas presentan mayor masa ósea en relación a los valores preoperatorios a nivel únicamente del vástago tibial [81].

1.5.2.3 Dependiendo de sus características mecánicas

Se dividen en constreñidas y no constreñidas.

- Las primeras poseen un eje que une el componente femoral con el tibial con unos vástagos más largos de lo habitual y sólo tienen un grado de libertad de movimientos (flexo-extensión). Asimismo, tienen mayor riesgo de aflojamiento y de infección, por lo que sólo se utilizan en casos muy concretos como en deformidades o inestabilidades graves de rodilla.

- Por su parte, las prótesis no constreñidas soportan menos carga mecánica que las anteriores y los vástagos son más cortos, existiendo menos complicaciones.

Las prótesis de rodilla inicialmente se diseñaron con forma de bisagra. Actualmente las PR se componen de dos piezas de metal de diferentes aleaciones que reemplazan las superficies articulares del fémur y la tibia. Para evitar el roce metal-metal entre ambos componentes metálicos femoral y tibial, se coloca como superficie de deslizamiento una pieza intermedia de polietileno en el componente tibial de al menos 8 mm.

Los nuevos diseños de ATR, con materiales más resistentes y mejor adaptados a la anatomía humana, ofrecen un resultado clínico y durabilidad excelentes. Al ser compuestos inertes y estar en constante movimiento, las prótesis se desgastan. La duración es variable y dependerá de muchos factores, tales como el peso del paciente, el uso dado, los ejes de la rodilla, la calidad del hueso donde se ancla, etc. En general se puede decir que la duración fluctúa de 10 a 15 años como término medio [27] [58].

El desgaste puede ser de los propios componentes o de su anclaje al hueso, ya que la zona donde se ancla la prótesis se irá debilitando progresivamente hasta producir un aflojamiento del anclaje de la prótesis y una movilización de los elementos que la componen. Esta situación produce dolor y obliga a recambiar la prótesis. Dentro de las medidas que el paciente puede tomar para retrasar o evitar este proceso, la más importante es mantenerse dentro de unos límites de peso adecuado [71].

1.5.2.4 Características de la Prótesis Utilizada

Expuestas las tres categorías existentes, cabe decir que el presente estudio se restringirá a las prótesis de rodilla tricompartmentales, refiriéndonos con este término a la clasificación anatómica y funcional basada

en el número de compartimentos de la rodilla que son sustituidos: compartimento interno, compartimento externo y unión fémoro-patelar.



Figura 1-6 En la figura de la izquierda se observa una prótesis tricompartmental de rodilla (extraída de www.medicaexpo.es) y en la de la derecha una ATR con los componentes tibial y femoral (extraída de www.diariolavoz.net)

El componente femoral, tiene una forma redondeada, imitando los cóndilos femorales, y el componente tibial, posee una forma plana, imitando la del platillo tibial. Al tener una forma parecida a la de la rodilla original también su movimiento es similar (ver Figura 1.6). La cirugía que se realiza para implantar una prótesis de rodilla, comienza eliminando parcial o totalmente la superficie dañada de la articulación. Los componentes artificiales se anclan a hueso sano en la zona donde se ha extirpado el cartílago enfermo [82].

- **Componente femoral:** parte que se ancla al fémur. Tiene la misma forma que el fémur del paciente. En el caso de las prótesis totales, las que sustituyen toda la articulación de la rodilla, el componente femoral tiene forma bilobulada (dos lóbulos). En caso de ser prótesis

parciales, es decir las que sustituyen solo una pequeña zona dañada, tiene forma de un cóndilo femoral (un lóbulo). Este componente suele ser metálico.

- Componente tibial: componente que se ancla en la tibia. Tiene una forma plana con una ligera concavidad. En el caso de las prótesis totales tiene dos concavidades para albergar las dos prominencias del componente femoral. Cuando la prótesis es parcellar, poseerá solo una concavidad. Se ancla a la tibia mediante un módulo metálico al que se fija el patillo que suele ser de polietileno de alta densidad. Éste es el que estará en contacto con la superficie metálica del componente femoral.
- Componente rotuliano o patelar: la rótula también puede resultar deteriorada por la artrosis y en ciertas ocasiones es necesario recambiar su superficie. Para ello, se elimina la superficie dañada y se inserta el componente rotuliano que tendrá, por un lado, una vertiente metálica, que es la que queda en contacto con el hueso de la rótula. La vertiente opuesta presentará polietileno con una superficie muy lisa con el fin de favorecer el deslizamiento, que contactará con el componente femoral.

1.5.3 Resultados Finales Después de una ATR

En estudios basados en trabajos comunitarios se considera que la ATR ofrece más de un 85% de resultados satisfactorios con permanente disminución del dolor, mejoría de la actividad física y satisfacción en periodos medios y largos de seguimiento [83] [84].

De forma generalizada destacaríamos cuatro aspectos importantes a tener en cuenta a la hora de valorar los resultados después de una ATR.

1. En primer lugar el aspecto clínico, que engloba la movilidad articular, la función, la deambulaci3n y el dolor. En todos ellos se evidencia una mejoría, tanto por el aumento del rango articular, como por la disminuci3n del dolor, donde este último resulta bastante llamativo por la posibilidad de realizar ciertas actividades de la vida diaria que antes eran imposibles.
2. En segundo lugar, se valoran los resultados perceptibles a las pruebas clínicas realizadas, tales como radiografías, densitometrías, etc.
3. En tercer lugar el análisis de supervivencia, que es el porcentaje de intervenciones realizadas sin que aparezcan complicaciones tanto a corto como a largo plazo.
4. El cuarto aspecto engloba todo lo referente a la calidad de vida del paciente, desde su impresi3n general y subjetiva, hasta los beneficios que en las actividades de la vida diaria.

Los tres primeros hacen referencia a la opini3n objetiva del cirujano y el último hace referencia a la opini3n subjetiva del paciente.

Por norma general, la valoraci3n del cirujano suele ser más optimista que la del propio paciente. De hecho, en lo que al dolor y a la limitaci3n al caminar se refiere, es cuando se producen mayores diferencias entre ambas valoraciones.

1.5.4 Fracaso y Complicaciones de la ATR

La valoraci3n de un fracaso protésico de rodilla debe comenzar por una buena historia clínica de la artroplastia y del paciente. El tipo de sistema colocado y las manifestaciones que el enfermo indique tras la artroplastia de rodilla ayudará a reconocer la etiología del fallo.

Normalmente es la degradación del componente femoral opuesto, inducido en la mayoría de los casos por una mala colocación del platillo tibial, lo que conlleva a una hipercorrección del ángulo femorotibial provocando sobrecargas excesivas.

El aflojamiento y el desgaste de los componentes protésicos junto con la hipercorrección real, produce una laxitud pronunciada que conduce al desgaste del polietileno [85] [86].

Las complicaciones de la ATR pueden ser tempranas o tardías.

1.5.4.1 Complicaciones Tempranas

Por tempranas se entienden aquellas producidas inmediatamente después de la operación. Entre éstas, lo más habitual es la aparición de un excesivo hematoma de la rodilla, que es debido a las secuelas de la intervención o, en ocasiones, a una mala colocación de los drenajes. También puede deberse a una infección aguda precoz, resultado de una sepsis por contaminación intraoperatoria; entre éstas, la más común es el *Stafilococcus epidermis*, que provoca un derrame intra o extra-articular y una proliferación del tejido cicatricial produciendo una rigidez de la rodilla [87].

Una inmovilización prolongada post-operatoria es otra de las causas por las que se puede producir rigidez de rodilla. Se debe a la aparición de artrofibrosis (crecimiento abundante de tejido cicatricial). Su incidencia se sitúa entre el 12% y el 17% [87] .

Entre los procedimientos más habituales para el tratamiento de estas rigideces tempranas, se encuentra la manipulación cerrada que, si bien es cierto que existen diferentes opiniones respecto al momento en que debe ser realizada, por norma general se suele llevar a cabo cuando la rodilla no alcanza

los 90° de flexión entre la tercera y la sexta semana desde su intervención [88] [89].

Otra técnica que utilizan los cirujanos ortopédicos para tratar la rigidez de rodilla es la artrolisis artroscópica. Esta técnica, a diferencia de la manipulación cerrada, está indicada en rodillas que no alcanzan los 90° de flexión a partir de la sexta semana hasta el sexto mes. Después de este periodo de tiempo no se recomienda debido a que el tejido cicatricial es muy resistente [87].

Es bastante evidente y de gran relevancia la aparición de la trombosis venosa profunda, mostrando una prevalencia del 70% al 80% en ausencia de profilaxis. Esto se debe a que hay una fuerte propensión a desarrollar trombosis venosa profunda en los vasos de la pantorrilla, apareciendo el 85-90% de los trombos distales a la trifurcación de la vena poplítea. Asimismo, la recuperación del paciente requiere un periodo largo de rehabilitación tras la intervención, hasta que puede realizar una actividad normal [90].

1.5.4.2 Complicaciones Tardías

Las complicaciones tardías son la causa más frecuente del fracaso de una ATR. Éstas incluyen el dolor, la rigidez postoperatoria, la inestabilidad, la incapacidad funcional, el aflojamiento del implante protésico y la infección de la rodilla [91] [92].

Si el dolor va asociado a la carga mecánica del peso del paciente, la causa suele estar relacionada con un aflojamiento de los componentes de la prótesis, pero también está asociada a una disfunción rotuliana. Si se observa un dolor continuo, la causa es debida bien a una infección o bien a un Síndrome Doloroso Regional Complejo

Una de las complicaciones tardías más frecuente es la aparición de rigidez de rodilla, bien por falta de flexión o de extensión. Además, suelen estar relacionadas con errores derivados de la intervención quirúrgica [93] [94]. Además, un componente femoral demasiado grande o una resección deficitaria del componente rotuliano o tibial hace que disminuya la interlinea articular con la patela rotuliana, provocando la aparición de dolor y una limitación de la extensión [95].

En cambio, al bajar la línea de la articulación se produce una elevación de la rótula y una disminución de la interlinea femoropatelar, provocando dolor y limitación de la flexión [96]. Se ha propuesto, como valores normales, medidas mayores de un centímetro entre la distancia desde el polo inferior de la rótula hasta la interlinea articular para que la rótula esté a una altura adecuada. Un corte femoral correcto permite un buen equilibrio entre los tejidos blandos de la extensión, pero una insuficiente resección condilar puede provocar una tensión excesiva en los ligamentos colaterales y ligamento cruzado posterior, con una limitación de la flexión y extensión [87].

La pérdida de movilidad posterior a la operación y a la rehabilitación (tras haberse logrado una buena movilidad) puede deberse, entre otras causas, bien a una infección o bien a un aflojamiento de los componentes protésicos.

Las inestabilidades son siempre secundarias al mal equilibrio ligamentoso, al incorrecto tamaño de los componentes o al fallo de los mismos.

En cuanto a la carga realizada, ésta influye de manera exponencial en el desgaste de la prótesis, por lo que muchos cirujanos están de acuerdo en realizar actividad física con cargas bajas como puede ser la natación, el ciclismo, o simplemente caminar sobre superficies regulares [97]. Esto se debe

a que las actividades de alto impacto aumentarían en gran medida el riesgo de un desgaste prematuro.

En general, en pacientes con obesidad o con cierto sobrepeso, es importante destacar un aumento en las complicaciones. Numerosos estudios que incluían a más de 15.000 ATR encontraron evidencias científicas donde los pacientes obesos tenían significativamente mayor probabilidad de padecer una infección superficial, una infección de la articulación profunda o una cirugía de revisión. Además estos pacientes ponen en peligro el implante por stress (elevadas sollicitaciones), pudiendo terminar en un fracaso temprano por sobrecarga mecánica [16] [98]. Por todo ello, los pacientes con ATR han de llevar una dieta equilibrada para evitar el sobrepeso, sobrecargas innecesarias en la prótesis y un desgaste acelerado de la misma [99].

Finalmente, se recomienda que el paciente evite el hábito del tabaco durante el proceso de la cirugía y su rehabilitación, ya que se ha demostrado que el fumar inhibe el crecimiento óseo en las prótesis y también perjudica la cicatrización de las heridas posquirúrgicas [100].

1.6 ANTECEDENTES DEL TRATAMIENTO REHABILITADOR EN LA ARTROPLASTIA TOTAL DE RODILLA

El tratamiento rehabilitador previo y posterior a una cirugía de ATR es considerado un procedimiento esencial para una buena recuperación. Actualmente existe una gran variedad de protocolos de rehabilitación para este fin, y todos ellos coinciden en la importancia que tiene un buen fortalecimiento muscular, una buena propiocepción y estabilidad de la rodilla.

Recientes estudios enfatizan que la notoriedad de esta intervención no sólo radica en la disminución del dolor y la restauración de la función, sino

también en recuperar al máximo el aspecto psicosocial para conseguir aumentar la calidad de vida del paciente [86] [101, 102].

Por este motivo, el proceso de rehabilitación se ha de diseñar para preparar al paciente con el fin de que pueda realizar, dentro de sus limitaciones, un ejercicio físico adecuado a sus necesidades donde pueda realizar actividades deportivas sin que estas supongan un peligro y participar en actividades sociales, además de poder llevar a cabo todas las AVD [75].

Respecto al tipo de actividad física que debe realizar un paciente con ATR, nos encontramos con que ésta no está específicamente determinada [103]. No obstante, Bautman *et al.* [104] argumentan que la actividad física debe ser evaluada para cada paciente, siendo importante tener en cuenta factores tales como su salud general, el tipo de prótesis, la articulación reemplazada y la intensidad de la actividad física realizada. En general, se debe realizar una actividad física suave o moderada, y se recomiendan ejercicios no violentos como por ejemplo la bicicleta estática o de paseo, para lo que siempre se ha de tener en cuenta una buena elevación del sillín y del manillar. También es muy recomendable la elíptica ya que, al no existir impacto en su realización, resulta ser mucho más beneficiosa para la prótesis. Además de los ejercicios mencionados está indicado realizar *running* a baja intensidad o simplemente caminar [105].

No existen estudios clínicos en los que se demuestre a largo plazo qué tipo de actividad física deportiva es mejor para un paciente con ATR; lo que sí es cierto es que, dependiendo de la intensidad de la actividad física, ésta puede influir potencialmente en el nivel de desgaste del polietileno de la prótesis y, consecuentemente, en la duración clínica del implante.

La recomendación general para los pacientes con ATR es hacer ejercicios terapéuticos, ya que éstos tienen todas las ventajas de salud reconocidas del

ejercicio sin aumentar riesgos específicos por traumatismos e impactos que sí tiene el deporte.

Para conseguir esto, el tratamiento rehabilitador tiene que ser multidisciplinar, y la fisioterapia debe centrar todos los esfuerzos en conseguir:

1. Mejorar el balance muscular del miembro inferior operado.
2. Maximizar el recorrido articular.
3. Reducir o eliminar el dolor.
4. Además de los tres primeros puntos, una buena reeducación de la marcha y un correcto control postural, es fundamental para que el paciente pueda realizar con independencia las AVD.

Según Scott Ritterman [16], el objetivo de toda cirugía incluye distinguir dos periodos de tratamiento, uno pre-rehabilitación y otro periodo post-rehabilitación. El periodo pre-rehabilitación comienza cuando el paciente se convierte en candidato a la cirugía de ATR y termina el mismo día de la cirugía. Los objetivos en este periodo son, por un lado, una buena enseñanza de ejercicios para el domicilio destinados a fortalecimiento muscular y mejora del equilibrio y, por otro, una buena higiene postural y una pauta de cuidados post-quirúrgicos. El periodo post-rehabilitación comienza 48 h después de la cirugía de ATR y se realiza tanto a nivel hospitalario, como ambulatorio y domiciliario. El objetivo inmediato una vez realizada la intervención es maximizar la funcionalidad del paciente para una corta estancia hospitalaria.

Respecto a la rehabilitación realizada en las ATR, es posible encontrar distintas propuestas para llevar a cabo el tratamiento. Entre ellas, las unidades de rehabilitación de procesos subagudos, la fisioterapia ambulatoria, la fisioterapia a domicilio, la fisioterapia mediante una enseñanza apoyada con folletos con ejercicios, etcétera [106]. En cualquier caso, a partir de la

bibliografía revisada en este trabajo, se deduce que no hay un consenso mayoritario que indique qué forma de tratamiento es la más eficaz.

Autores como Hernández y Comin recomiendan la rehabilitación domiciliaria frente a la rehabilitación habitual, incluso después del alta precoz hospitalaria [79] [80]. Sin embargo, otros como Climent y Mitchell exponen que los beneficios de la rehabilitación domiciliaria son mínimos o similares con respecto al tratamiento ambulatorio [53] [107]. No obstante, todos coinciden en la importancia de un programa de rehabilitación basado en la realización de ejercicios encaminados a ganar recorrido articular, fuerza muscular, estabilidad y equilibrio [107] [108] [53].

Otros autores como Stan S. *et al.* [109], realizaron una intervención con una muestra de 10 pacientes, y con una media de 65 años de edad, 74 kg. de peso y 173 cm. de altura realizando un trabajo con una plataforma de fuerza para el control de la postura humana, y así evaluar los cambios producidos antes y después de una ATR. En los resultados finales, los sujetos que realizan un trabajo de equilibrio antes de la cirugía, consiguen recuperar antes el control de la postura y la fuerza que los que no.

Michel J. *et al.* [110], compararon un grupo de tratamiento con un trabajo de potenciación con cargas directas combinado con ejercicios de equilibrio y propiocepción. Por otro lado, un segundo grupo con un programa de rehabilitación más convencional para realizar los ejercicios a nivel domiciliario. Los resultados demostraron que una rehabilitación más intensa con mayor carga de trabajo, aumenta significativamente la fuerza y las funciones de caminar y subir y bajar escaleras a corto y largo plazo, en comparación con una fisioterapia más conservadora con una carga menor de ejercicio.

Chun-De Liao *et al.* [111], en 2013 realizaron un estudio con tres grupos de intervención. El primer grupo realiza un programa de rehabilitación con ejercicios funcionales durante 30 min y 60 min de ejercicios de equilibrio y propiocepción. El otro grupo de tratamiento realiza un programa de ejercicios funcionales de 60 min de duración para realizarlo desde casa. Respecto al tercer grupo, realizan un tratamiento de fisioterapia convencional con ejercicios isométricos e isotónicos enfocados a un aumento de la fuerza y de la función. Los resultados finales muestran que el primer grupo de intervención consigue resultados más significativos que el del grupo con ejercicios para realizar desde casa.

En los inicios de la aplicación de esta técnica quirúrgica, se les colocaba una férula a las rodillas operadas de ATR, inmovilizando la rodilla en extensión durante aproximadamente 14 días e impidiendo así la carga y el movimiento. Esto podía provocar, por un lado, un acortamiento y una atrofia de la musculatura y, por el otro, una limitación articular como consecuencia de la formación de tejido conectivo intracapsular, y la aparición de adherencias intra-articulares y periarticulares con resultados finales poco satisfactorios [112] [37]. Con el fin de evitar estas complicaciones se comenzaron a utilizar sistemas de Movilización Pasiva Continua (MPC) temprana, como ayudantes del plan global de rehabilitación en pacientes operados de ATR. Aunque existen datos de los efectos de la MPC sobre el balance articular que presentan cierta controversia, todos los estudios llevados a cabo abogan por una temprana movilización y por la bipedestación con deambulación [85] [86] [113] [114] [115]. La utilización de la MPC temprana tiene un impacto positivo en el tratamiento de las ATR, por lo que parece existir una relación directa de la movilidad articular con la estancia hospitalaria, la trombosis venosa profunda y la curación de la herida [116] [117] [112] [115].

Los protocolos de uso con MPC varían considerablemente entre unas instituciones y otras. Para Pagès *et al.* [9], en el periodo del postoperatorio inmediato se ha de utilizar un sistema de MPC un mínimo de 3 h 3 veces al día. El criterio de retirada de dicho sistema se realiza cuando el paciente consigue llegar a los 90° de flexión pasiva de rodilla, y esto suele alcanzarse del tercer al quinto día del postoperatorio. Para este mismo autor, el sistema de MPC permite alcanzar de una forma más rápida los 90° de flexión de rodilla, pero no afecta ni al tiempo de estancia hospitalaria ni a las complicaciones médicas o a las relacionadas con la cirugía.

En cuanto a la funcionalidad de la ATR, ésta se centra en el rango de movimiento articular de la misma, o dicho de otro modo, en los grados de flexo-extensión de rodilla. Para que una ATR sea funcional los valores normales de la flexión deben oscilar en un rango de movilidad entre 90° y 110° [118] [119] [120]. Hoy en día existen dispositivos protésicos de alta flexión que pueden llegar alcanzar recorridos articulares que van de 100° a 115°. Esto es posible gracias a la eliminación adicional de 2 mm de hueso de la parte posterior de los cóndilos femorales. Debido a esto, se produce un aumento de la curvatura de la articulación durante actividades de alta flexión.

En muchos modelos, el injerto tibial se modifica con un corte anterior para evitar el choque tendón rotuliano durante la flexión máxima [121]. Autores como Laskin [122] y Huang y Su *et al.* [123] encontraron una mejoría de 14° en la flexión en prótesis de alta flexión en comparación con los implantes tradicionales. Además, Weeden y Schmidt *et al.* [124] y Bin y Nam *et al.* [125] informaron de ganancias en la flexión de entre 12° y 6°, respectivamente. Todos los autores coinciden en que estos valores se consiguen entre los seis meses y un año después de la intervención quirúrgica.

Aunque la recuperación de la movilidad articular de la rodilla es uno de los principales objetivos tras la intervención, también es importante tal y como se ha comentado previamente, recuperar el balance muscular. Éste puede producir una pérdida de fuerza que tiene lugar inmediatamente después de la intervención. De hecho, se ha cuantificado que transcurrido un mes se llega hasta un 60% menos de fuerza muscular con respecto al valor preoperatorio [37] [126]. Además, se correlaciona con la incapacidad funcional a largo plazo que presentan estos pacientes. Es importante matizar que la actividad entre la musculatura flexo-extensora de la rodilla disminuye entre un 50% y un 30% respectivamente [127] en los pacientes con patología degenerativa. Teniendo en cuenta que la OA es una patología degenerativa, ésta es además una de las principales causas por la que se realiza una ATR. En este tipo de pacientes, probablemente, existe una alteración inicial del balance muscular, sobre todo debido al déficit de la musculatura extensora, sin evidenciarse una mejoría de ésta tras la intervención [128].

Si la fuerza muscular es la capacidad que el músculo tiene para generar fuerza frente a cierta resistencia, el mantenimiento de al menos un nivel normal de fuerza en un músculo o grupo muscular es importante para poder realizar correctamente la función deseada.

Habitualmente se considera que la pérdida de fuerza después de una ATR es debida a la inhibición muscular por el dolor y a la atrofia que se produce por la falta de actividad, aunque pueden existir otros factores biomecánicos relacionados con el tipo de prótesis o con la técnica quirúrgica [129].

Si atendemos a la biomecánica de la deambulación, las fuerzas de compresión articulares pueden alcanzar cuatro veces el peso corporal durante la marcha normal. Además, éstas dependen en un 70% de la fuerza muscular y

en un 30% de la fuerzas de reacción con el suelo. Debido a esto, la musculatura extensora junto con la antagonista son responsables de las presiones articulares durante la carga máxima [130] [131].

La evidencia científica no sólo ha demostrado que existe una pérdida de fuerza en los extensores y flexores de rodilla tras una ATR, sino que además se suma una debilidad en los flexores y extensores plantares de tobillo, junto con una atrofia del abductor de cadera, siendo estos últimos músculos fundamentales para poder realizar una correcta deambulación [132] [133] [134] [135].

Los pacientes que logran un adecuado balance muscular terminan caminando con un patrón de marcha que presenta una mayor simetría [136]. Sin embargo, existe un déficit funcional de un 35% en la fuerza del cuádriceps, que persiste incluso un año después de la cirugía de ATR.

Por tanto, los programas de rehabilitación de ATR deben dirigirse de manera efectiva a todos los grandes grupos musculares de las extremidades inferiores para lograr unos óptimos resultados.

Es por esto que, en algunos estudios consultados, además de la MPC (cuyo inconveniente es que el paciente no realiza ningún tipo de trabajo muscular), se añade la cinesiterapia activa a la rehabilitación del paciente, la cual está basada en ejercicios isométricos de cuádriceps, ejercicios activos de recorrido articular para la flexo-extensión de rodilla, bombeos de tobillo y ejercicios de elevación de pierna [106] [137] [115] [138].

Adicionalmente, si aparece dolor o inflamación durante la rehabilitación, se pueden utilizar diferentes tipos de terapias físicas como es el caso de la crioterapia, para disminuir la inflamación y aprovechar sus efectos analgésicos. Tal y como indica Ortega, es posible recurrir a ésta desde el primer día de la

intervención, con una bolsa de hielo recubierta de un paño con aplicaciones de 30 min 4 o 5 veces al día, obteniéndose efectivamente resultados satisfactorios [137]. Ortega concluye que el uso de la masoterapia tiene efectos antálgicos y sedantes, además de favorecer la circulación y el trofismo de las partes blandas, así como de beneficiar la no aparición de posibles adherencias a nivel de la cicatriz quirúrgica [137].

El uso de determinados tipos de electroterapia, como pueden ser las corrientes polarizadas, está contraindicado. En concreto, estas corrientes pueden dañar el material protésico colocado, por lo que no son las más recomendables. Sin embargo, sí pueden utilizarse corrientes de baja frecuencia por su efecto analgésico. También están indicadas las corrientes excitomotoras para luchar contra la amiotrofia del cuádriceps [37] [137] [135].

Mención especial merece el trabajo denominado funcional, que incluye la reeducación de la marcha, las transferencias y la realización de ejercicio de subir y bajar escaleras. Una disminución de la velocidad de la marcha está relacionada con un déficit en la realización de las AVD. Cada 0,1 m/s de pérdida de velocidad equivale a una reducción del 10% en la capacidad funcional del paciente [139] [140].

Un indicador ampliamente aceptado y relacionado con la capacidad del equilibrio en adultos mayores, junto a la disminución de la marcha, es el alcance funcional [141]. Éste resulta ser fundamental para poder realizar todas las funciones mencionadas, además de para conseguir un buen control postural y buen equilibrio. Todo esto es lo que, a largo plazo, conseguirá una mayor independencia del paciente operado [113] [142].

A largo plazo, una pérdida de fuerza del cuádriceps en pacientes intervenidos de ATR, puede conllevar a una disminución en la velocidad de la marcha, en la capacidad de subir y bajar escaleras, y en una alteración del

equilibrio. Por todo ello, aparece un patrón de movimiento aberrante y un mayor riesgo de sufrir una caída y una pérdida de la funcionalidad e independencia [143] [144] [145] [146]. Por tanto, recuperar la fuerza del cuádriceps es de vital importancia en cualquier programa de rehabilitación.

Actualmente, la rehabilitación de una ATR contiene programas específicos donde se realizan ejercicios destinados al fortalecimiento muscular y a una mejora funcional. Existe evidencia científica de que los programas de rehabilitación donde se realizan ejercicios dinámicos y de fortalecimiento muscular, junto con actividades como subir y bajar escaleras o caminar por un circuito o por unas barras paralelas, disminuye el dolor y mejora la función física y la calidad de vida del paciente [147] [148] [149] [150].

1.7 HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

1.7.1. Hipótesis

En el presente trabajo nos hemos planteado la siguiente hipótesis:

“Un programa de rehabilitación con plataforma dinamométrica en pacientes intervenidos de ATR consigue mejoras más significativas en el equilibrio y en la marcha que un programa de rehabilitación convencional”.

1.7.2. Objetivos

Los objetivos de este estudio son:

1. Utilizando una plataforma de equilibrio, analizar los cambios producidos tanto en la marcha como en el equilibrio en sujetos intervenidos de ATR, y compararlos con un grupo control.
2. Determinar la valoración funcional del paciente antes y después de someterse a un protocolo de fisioterapia hospitalaria convencional, tras haber sido intervenido de ATR.
3. Determinar la valoración funcional del paciente después de someterse a un protocolo de fisioterapia hospitalaria, junto con un trabajo específico en una plataforma de equilibrio.
4. Establecer el rango de recorrido articular de la rodilla intervenida comparando ambos grupos.
5. Determinar el grado de satisfacción del paciente operado de ATR pasados cinco años desde su intervención quirúrgica.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1 MUESTRA

La fase experimental del presente estudio fue realizada en la Unidad de Rehabilitación del Hospital Clínico Universitario de Valencia, situado en la Avd. Blasco Ibáñez número 17, y cuyo periodo de realización fue entre marzo de 2009 y diciembre del 2012.

La población estudiada la compusieron 40 personas, todas ellas mayores de 65 años e intervenidos de ATR, y las cuales se dividieron en dos grupos. Todos los pacientes que han participado en este estudio fueron visitados previamente por el Servicio de Rehabilitación de dicho Hospital e intervenidos por el equipo del Servicio de Traumatología y Ortopedia del Hospital Clínico Universitario de Valencia, perteneciente al Departamento 5 de la ciudad de Valencia.

Criterios de Inclusión

El grupo de sujetos está formado por un total de 40 personas, que cumplieron los siguientes criterios de inclusión:

1. Edades comprendidas entre 65 y 80 años.
2. Sujetos con artrosis de rodilla que no hayan sido intervenidos con anterioridad.
3. Sujetos sin patología neurológica que pudiera interferir en los resultados de los test de equilibrio o de fuerza.
4. Todas las ATR colocadas en los pacientes fueron tricompartmentales.
5. El tiempo comprendido desde su intervención no superaba las cinco semanas.

6. La escala de Berg debe ser igual superior a 21, indicando un riesgo de caída medio-bajo.
7. El Mini-Examen Cognoscitivo (MEC) debe ser igual o superior a 20, lo que supone que no presenten deterioro cognitivo, ni moderado ni severo.
8. Ausencia de enfermedad psiquiátrica como depresión, síndrome ansioso, etc.
9. Una vez leído y explicado el consentimiento informado, los pacientes deben aceptar y desear realizar el estudio.

Criterios de Exclusión

1. Paciente que no cumpla con el consentimiento informado.
2. Paciente reintervenido de ATR.
3. Paciente con patología psiquiátrica.
4. Paciente con alteraciones morfológicas de cadera o de tobillo.
5. Paciente que presente una flexión menor de 70° y una extensión mayor de -20°.
6. Paciente con sospecha de trombosis venosa profunda.
7. Paciente con infección pos-quirúrgica de la rodilla intervenida.

Durante el estudio se evaluaron 69 ATR de las cuales 16 no pasaron los criterios de inclusión y de exclusión. Además 6 sujetos no quisieron participar en el estudio negándose a firmar el consentimiento informado. Finalmente 47 sujetos firmaron el consentimiento, de los cuales 7 se perdieron ya que abandonaron a mitad el tratamiento, quedando un total de 40 personas para poder realizar la intervención.

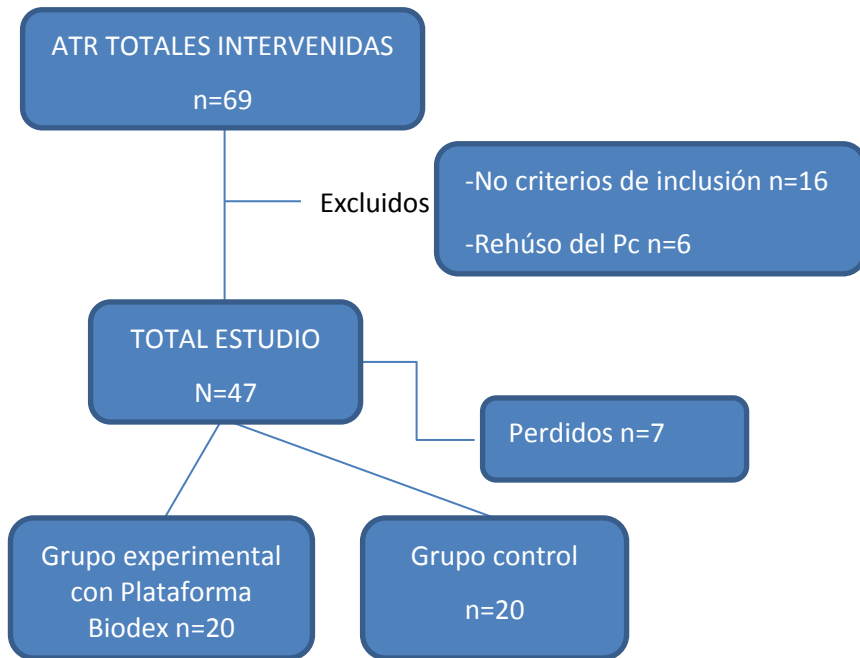


Figura 2- 1. Muestra poblacional bajo estudio

El diseño de la investigación es un estudio experimental controlado de unicentro y a doble ciego con un grupo de tratamiento denominado Grupo Biodexl (G1) y un Grupo control (G2).

La duración total del estudio fue de cuatro semanas, realizándose mediciones en dos momentos temporales. La primera medición se realizó antes de comenzar la fisioterapia y se ha denominado momento 1 o T1. Éste se corresponde con la primera semana de rehabilitación. La segunda medición se hizo el último día de tratamiento, momento 2 o T2, correspondiente a la cuarta semana.

El tratamiento realizado por G2 sigue el mismo protocolo de fisioterapia que el llevado a cabo por G1. La diferencia radica en la inclusión de un trabajo

de entrenamiento con una plataforma de equilibrio que sólo lo ha llevado a cabo el G1, tal y como se detalla en adelante.

2.2.1 Aspectos éticos

El presente estudio ha sido aprobado por el Secretario del Comité Ético de investigación Clínica del Hospital Clínico Universitario de Valencia, que certifica se han analizado los aspectos éticos y científicos relacionados con el proyecto de investigación que será llevado a cabo en el servicio de rehabilitación, acordando que reúne las características adecuadas referentes a información a los pacientes y cumplimiento de los criterios éticos para la investigación médica y biomédica establecidos en la declaración de Helsinki (Junio 1964, Helsinki, Finlandia) de la asamblea médica mundial, y sus revisiones (Octubre 1975, Tokio, Japón), (Octubre 1983, Venecia, Italia), (Septiembre 1989, Hong Kong), (Octubre 1996, Somerset West, Sudáfrica) y (Octubre 2000, Edimburgo) en la Declaración Universal sobre el Genoma Humano y de los Derechos del Hombre de la UNESCO, así como los acuerdos del Protocolo Adicional del Consejo de Europa para la protección de los Derechos del Hombre y de la Dignidad del Ser Humano frente a las aplicaciones de la biología y de la medicina (París 12-01-1998, ratificado el 23-07-1999).

Además, todos los procedimientos de medición, entrenamiento y de análisis han respetado los estándares éticos del Comité sobre experimentación humana, de acuerdo con la citada Declaración de Helsinki. El grupo investigador responsable de este estudio ha cumplido las normas de protección de la dignidad, integridad, intimidad y confidencialidad de la información de carácter personal de los participantes en la investigación, todo de acuerdo con dicha Declaración de 1974.

Con respecto a la privacidad del participante, se ha utilizado un código numérico para su identificación. Por otra parte, los resultados de este estudio se publicarán y/o presentarán en reuniones de carácter científico, sin alusión alguna a los datos identificativos de los participantes.

2.2.2 Plan de trabajo

Con el fin de cumplir con los objetivos planteados, se desarrolla el siguiente plan de actuación:

1. Reclutamiento. La media de ingreso hospitalario de los pacientes intervenidos de ATR fue de 7 días, y una vez dados de alta del hospital, los pacientes fueron llamados por el servicio de Rehabilitación tras un periodo no superior a tres semanas. Primero fueron citados en la consulta por el médico rehabilitador y al día siguiente iniciaron la rehabilitación con el fisioterapeuta.
2. Seguidamente, se realizó una asignación aleatoria (a través del generador de números aleatorios del programa SPSS) de la muestra reclutada, dividiéndola en dos grupos: un grupo control y un grupo experimental.
3. Se asignó a los dos grupos un mismo protocolo de tratamiento de fisioterapia. Adicionalmente, a uno de los grupos, el experimental, se le incluyó un protocolo de entrenamiento específico del equilibrio.
4. Con el fin de poder realizar los dos protocolos de entrenamiento en las mejores condiciones posibles, en cuanto a mayor disponibilidad de recursos humanos y materiales, se diferenciaron dos períodos de estudio: el primero, al inicio de la rehabilitación (T1) y el segundo pasadas cuatro semanas (T2).

5. Valoración inicial o basal (Semana 1): se les realizó una valoración inicial (T1), previo al inicio del protocolo de entrenamiento. Incluyó las siguientes mediciones:
 - a) Cumplimentación de una ficha personal. En ella se incluyen los datos personales del sujeto y el número de asignación, datos antropométricos como edad, sexo, y talla, así como la rodilla operada y las enfermedades diagnosticadas de relevancia.
 - b) Actualización de las puntuaciones correspondientes a la Escala de Berg (EBERG, Anexo 2) y el Mini-Examen Cognoscitivo (MEC, Anexo 1), de acuerdo con los criterios de inclusión y exclusión.
 - c) Medición y toma de valores de todas las variables a estudio, que permiten valorar objetivamente el nivel de fuerza, la capacidad articular y la situación de equilibrio de cada sujeto.
6. Concluida la valoración inicial, los grupos G1 y G2 comenzaron su respectivo protocolo de entrenamiento. Sólo el G1 fue sometido al entrenamiento de la plataforma dinamométrica, quedando excluido en este protocolo el G2. El protocolo de fisioterapia [151] utilizado para las ATR tuvo una duración de cuatro semanas, a partir del primer día de su rehabilitación, tal y como se explica en el apartado (2.5).
7. La valoración final se realizó a cada uno de los sujetos, realizando las mismas mediciones y escalas que en la valoración inicial.
8. Análisis de los datos obtenidos. Se realizaron las pruebas estadísticas correspondientes para responder a cada una de las cuestiones planteadas, tal y como se detalla en la sección 3 de resultados.
9. Finalmente, se procedió a mostrar e interpretar los resultados obtenidos, a su discusión y a extraer las correspondientes conclusiones.

2.3 MATERIAL E INSTRUMENTACIÓN UTILIZADOS

El material e instrumentos que se describen a continuación fueron utilizados con la finalidad de:

- Seleccionar y caracterizar la muestra,
- Medir las variables dependientes,
- Ajustar los parámetros del entrenamiento,
- Comparar los protocolos de entrenamiento.

A. Tipo de prótesis utilizada.

El tipo de prótesis tricompartmental que se colocó a todos los pacientes fue el sistema "Vanguard" como se puede observar en la Figura 2.2. El "Vanguard® Complete Knee System" de Biomet es un sistema de reemplazo total de rodilla, producido por el Servicio de Ortopedia Biomet, introducido en el mercado en 2003. El sistema Vanguard cuenta con una pista o ranura de rótula de diseño único que permite una mayor movilidad y la disminución de la pérdida de hueso sano durante el proceso de sustitución. El sistema está diseñado para realizar una ATR bien preservando los dos ligamentos cruzados, lo que permite que tanto el ligamento cruzado posterior (LCP) como el ligamento cruzado anterior (LCA), puedan mantener su función o bien eliminándolos. Hay que tener en cuenta, que el equipo de cirugía ortopédica del hospital Clínic Universitari de València utiliza una técnica quirúrgica donde se eliminan los ligamentos cruzados tanto anterior como posterior. El producto viene en 90 combinaciones de tamaños diferentes para crear un ajuste personalizado. El sistema incluye un componente femoral modificado, asimétrico para permitir que el LCA y el LCP mantengan la estabilidad inherente. Una característica única es que los cóndilos de la tibia son asimétricos en la articulación, mientras que el lado lateral es ligeramente

convexo, lo que permite el fémur haga movimientos circulares en contacto con la rodilla (si lo requiere para la flexión), el lado medial es más cóncavo. La asimetría también está presente en las rodillas izquierda y derecha, con cada lado suministrado con rodamientos únicos e independientes. A continuación describimos los tres componentes básicos para el implante: el componente femoral, el componente tibial y el componente patelar.

- I. Componente tibial: el componente tibial es un polietileno (plástico) y la almohadillo de metal que sustituye al cartílago dañado en la parte superior de la tibia (espinilla), amortigua el impacto rodilla y permite una gama normal de las actividades diarias, de acuerdo con el sitio web de Biomet. La compañía afirma que la pieza es una "compresión directa moldeada...", un método de fabricación diseñado para aumentar la durabilidad y disminuir el desgaste. [152]
- II. Componente femoral: el componente femoral, de acuerdo con el sitio web de Biomet, es "un aleación de metal (titanio) en el extremo del fémur (hueso del muslo)", que sustituye a la porción dañada del hueso, creando una nueva superficie y pista sobre la cual la articulación puede funcionar. Esto elimina el dolor causado por los fragmentos de hueso dañados frotándose uno contra el otro.
- III. Componente patelar: el componente patelar sustituye a la rótula, un hueso en forma de triángulo que protege la articulación de la rodilla. Éste con frecuencia se refiere a la rótula. Este componente está hecho de una aleación de acero inoxidable y titanio.



Figura 2-2 Ilustración de la prótesis tipo Vanguard

B. Goniómetro

Se ha utilizado un goniómetro universal (ver Figura 2.3), con escala hemisférica completa marcada en grados. El sistema de medición utilizado según el método de Colle y Tobis [153], es una adaptación del sistema empleado por Knapp y West. Con el goniómetro se miden los grados de flexión y de extensión de la articulación de la rodilla.

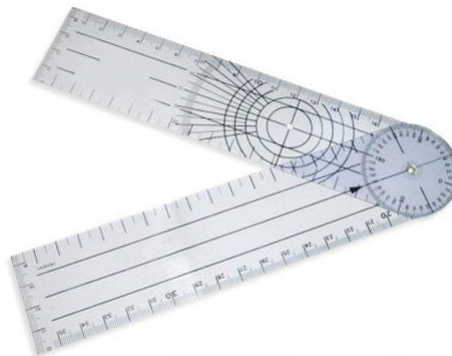


Figura 2-3 Goniómetro universal utilizado en el estudio.

C. Cintra Métrica

Se ha utilizado una cinta métrica universal con una escala de 0 cm a 100 cm para valorar los siguientes parámetros:

- El perímetro de la rodilla operada.
- El ancho de paso.
- La distancia entre los pasos.
- El alcance funcional.

D. Barras paralelas

Las paralelas utilizadas (Figura 2.4) son de la marca (Enraf Nonius), tienen unas medidas de 4 m de largo por 0,8 m de ancho y son regulables en altura.

Se han utilizado como instrumento para realizar pruebas de marcha, de medición y del entrenamiento del equilibrio. En ellas, los sujetos han realizado los ejercicios pautados en el programa de fisioterapia que se describen en el apartado 2.5 para los dos grupos y además se han utilizado como instrumento para medir el tiempo que tardan los pacientes en recorrerlas.



Figura 2-4 Barras paralelas.

E. Cronómetro de mano

Con el sistema de medida de tiempo en segundos de la marca Polar se ha utilizado para conocer el tiempo que tarda el paciente en recorrer las paralelas, o lo que es lo mismo, el test de *time up and go*.

También se utilizó para medir el tiempo que el paciente aguanta en posición de Tándem y caminando en Tándem. Finalmente para realizar el test monopodal (miembro inferior operado) sin perder el equilibrio.

F. Tallímetro

Para obtener la talla de cada participante se ha utilizado un tallímetro (Salter Aparatos y sistemas de medida SA), con escala de 0 cm a 200 cm, y con precisión de 0,5 cm La talla se obtuvo con el sujeto descalzo, el cuerpo estirado y la cabeza erguida. El peso se midió sin zapatos y con ropa ligera.

G. Biodex Balance System (BBS)

El BBS (Figura 2.5) es una plataforma circular que se mueve libremente sobre los ejes X (antero-posteriores) e Y (medio-laterales) analizando sus fuerzas, pero no sobre el eje Z (fuerza de reacción del suelo).

El BBS se ha usado para entrenar y evaluar el equilibrio tanto dinámico como estático [154] y consiste en una plataforma circular que puede moverse libremente sobre el eje antero-posterior y medio-lateral de forma simultánea.

Además es posible variar la estabilidad de la plataforma mediante el ajuste de la fuerza y la inclinación. Esto se consigue mediante unos resortes que existen en la parte inferior de la plataforma que son ajustables por el usuario o terapeuta.

El BBS puede utilizarse en estática o dinámica y con planos multiaxiales ajustables según los grados variables de inclinación o de inestabilidad de la

plataforma. Permite hasta 20° de inclinación de la superficie. Con este grado de inclinación, se crea una situación dinámica similar a actividades funcionales reales que ocasionan inestabilidad [155].

La utilidad de la plataforma radica en la valoración de la habilidad del paciente para mantener el equilibrio postural en estática o en dinámica. El paciente permanece en la plataforma y debe intentar mantener el equilibrio mientras mira a la pantalla. En ella aparece un eje de coordenadas en la que el centro de dicho eje representa a su centro de presiones o centro de gravedad. Este dispositivo mide, en grados, la inclinación de cada eje en condiciones dinámicas y calcula tres índices de forma electrónica:

- Índice anterior-posterior (movimiento anterior y posterior en el plano sagital).
- Índice medial-lateral (movimiento lateral en el plano frontal).
- Índice global o de equilibrio, que está compuesto por los dos anteriores [156] (índice de dispersión de la 'ejecución' del equilibrio). Se cree que el índice de equilibrio es el mejor indicador de todas las habilidades que el paciente emplea para equilibrar la plataforma [157].

Estos índices son desviaciones estándar de la evaluación de las fluctuaciones sobre un punto cero establecido antes de la prueba, cuando la plataforma es estable, en lugar de sobre la media del grupo. Una puntuación alta indica un pobre equilibrio, mucha inestabilidad y un alto riesgo de caída [158].



Figura 2-5 Plataforma de equilibrio con equipo de impresión (Biodex Balance System)

H. Mini-Examen Cognoscitivo

El MEC [159] [160] es la versión adaptada y validada en España del Mini-Mental State Examination [161] (MMSE) que fue diseñado con la idea de proporcionar un análisis breve y estandarizado del estado mental y de estimar cuantitativamente la existencia y severidad del deterioro cognitivo, no proporcionando un diagnóstico de ninguna entidad nosológica específica.

Este instrumento de *screening*, cribado de deterioro o déficit cognitivo, consta de once ítems en los que se valoran ocho áreas cognitivas: orientación espacio-temporal, memoria de fijación y reciente, atención-concentración y cálculo, lenguaje comprensivo y expresivo, pensamiento abstracto y construcción visoespacial. La puntuación máxima es de 30 puntos, que se obtienen mediante la suma de las puntuaciones de cada ítem (Anexo 1).

El punto de corte frecuentemente utilizado para el Mini-Mental es 23; las puntuaciones iguales o menores a esta cifra indican la presencia de un déficit cognitivo. Una puntuación por debajo de dicho corte indica tanto la probabilidad de un trastorno cognitivo como la necesidad de una evaluación más exhaustiva. Cabe remarcar que las puntuaciones bajas no deben ser

utilizadas para hacer un diagnóstico de demencia o para discriminar entre diversas formas de demencia u otros trastornos. Sin embargo, el MEC si puede ser utilizado para clasificar la gravedad del déficit cognitivo en pacientes con demencia u otras enfermedades médicas.

Se recomiendan los siguientes puntos de corte para propósitos clasificatorios:

- Función cognitiva normal = 27-30.
- Déficit cognitivo leve = 21-26.
- Déficit cognitivo moderado = 11-20.
- Déficit cognitivo grave = 0-10 puntos.

Se sabe que las puntuaciones del MEC varían con la edad y la escolaridad en la población general. Manubens *et al.* (1998) pudieron conseguir datos normativos de una población general distribuidos estas variables; estos baremos son también útiles cuando se desea comparar las puntuaciones de un individuo en el MEC con las de un grupo de referencia, o cuando se quiere interpretar las puntuaciones de individuos que son analfabetos y que tienen mínima escolaridad o que tienen 80 o más años de edad. De este modo la cautela debe ser especial en los grupos de edad más avanzada y escolaridad muy deficiente. Por este motivo, se ha tomado como criterio de exclusión el valor de 20 en el MEC, que en la población de 80 o más años no necesariamente se asocia a un deterioro cognitivo moderado.

I. Escala de Berg

La Escala de Equilibrio de Berg es una prueba que se desarrolló originalmente para determinar la capacidad de las personas mayores para mantener su equilibrio.

Fue descrita por Katherine Berg 1989 y consta de 14 ítems que deben ser completados. Los resultados se basan en el tiempo en finalizar las pruebas específicas y lo bien que se llevan a cabo las pruebas [162] [163].

- Cada ítem completado se califica de 0 a 4 puntos.
- La calificación máxima que se puede obtener es de 56 puntos.
- Si un sujeto recibe una puntuación de 0 a 20 significa que la persona no puede mantener el equilibrio físico y necesita una silla de ruedas.
- Una puntuación de 21 a 40 significa que un sujeto puede mantener un cierto equilibrio pero necesita ayuda.
- La calificación más alta es de 41 a 56, demostrando que un sujeto es totalmente independiente (ver Anexo 2).

El material necesario para completar esta prueba es un dispositivo de medición, como una regla, dos sillas, una con apoyabrazos y otra sin apoyabrazos, un cronómetro y un mínimo de 15 m de caminata espacial.

Los ítems se valoran según la capacidad del sujeto para mantener el equilibrio en una variedad de posiciones. Estas posiciones incluyen:

- a. De pie, desde una posición sentada.
- b. Sentada desde una posición de pie, siendo capaz de sentarse sin ayuda.
- c. Cerrar los ojos estando de pie.
- d. Colocar los pies juntos estando de pie, llegando en la medida de lo posible a recoger un objeto del suelo.
- e. Poder darse la vuelta y mirar hacia atrás girando completamente sobre sí mismo.
- f. Colocar un pie en un escalón.
- g. Colocarse en posición de tándem.
- h. Mantener la posición de equilibrio sobre un solo pie.

J. Cuestionario WOMAC

Es un instrumento que evalúa la efectividad de la artroplastia total de cadera (ATC) o de la ATR [164]. En 1999 se realizó una primera traducción al español para la población afectada de osteoartrosis de cadera y rodilla, mientras que su validación se hizo en 2002. Desde entonces se ha utilizado en numerosos estudios de ámbito español e internacional [165]. El cuestionario está formado por 24 ítems, los cuales se distribuyen de la siguiente manera.

- a. Las primeras ocho preguntas están relacionadas con el dolor.
- b. Seguidamente hay dos preguntas relacionadas con la rigidez de la articulación.
- c. El cuestionario termina con catorce preguntas relacionadas con la dificultad en realizar al sujeto las AVD.

A pesar de su extensión, es el único instrumento específico encontrado que se ha adaptado en la población española con esta enfermedad osteoarticular de cadera y de rodilla.

En este estudio se ha utilizado una versión reducida que sirve para evaluar la sintomatología y la discapacidad física del sujeto después de una ATR [166]. Esta versión recoge 11 de los 24 ítems de la versión completa del cuestionario WOMAC.

A continuación podemos observar la versión reducida del WOMAC 24. El acrónimo W (WOMAC) acompañado del número de la pregunta correspondiente al cuestionario de 24 ítems.

1. W 3 (dolor por la noche en la cama).
2. W 4 (dolor al estar sentado o tumbado).
3. W 19 (dificultad cuando está tumbado en la cama).
4. W 21 (dificultad al estar sentado).
5. W 8 (dificultad al bajar las escaleras).

6. W 9 (dificultad al subir las escaleras).
7. W 2 (dolor al subir o bajar las escaleras).
8. W 7 (rigidez de día tras estar sentado o tumbado).
9. W 6 (rigidez al despertarse por la mañana).
10. W 18 (dificultad para quitarse medias o calcetines).
11. W 16 (dificultad para ponerse medias o calcetines).

2.4 PROCEDIMIENTO DE MEDIDA Y VARIABLES DEL ESTUDIO

La cumplimentación de los datos personales y antropométricos, la escala de Berg y el Mini-Examen Cognoscitivo se han realizado bajo estricta confidencialidad del sujeto.

Todas las medidas realizadas para el estudio se han obtenido en el gimnasio de fisioterapia del Hospital Clínico Universitario de Valencia, con el previo consentimiento del sujeto como se ha mencionado con anterioridad.

Todas las pruebas se realizan dos veces durante el estudio a todos los sujetos, al principio y al final del tratamiento.

2.4.1. Las variables medidas en el estudio

En este estudio se han analizado las siguientes variables, las cuales han sido utilizadas en dos momentos temporales distintos.

1. Variable socio-demográfica cualitativa: sexo.
2. Variable socio-demográficos cuantitativos: edad, talla y rodilla operada.
3. Variables clínicas-sanitarias cuantitativas: FLEXión (FLEX) y EXTensión (EXT) de la articulación de la rodilla.

4. Variables semi-cuantitativas de la exploración clínica del equilibrio: Alcance Funcional (AF); Test monopodal o Posición en Una sola Pierna (PUP); Posición en Tándem (PT); Caminar en Tándem (CT); Ancho de Pasos (AP); Distancia Entre Pasos (DEP); *Time up and go* o Tiempo en Paralelas (TP); Escala de BERG (EBERG).
5. Variables cuantitativas de las pruebas en la plataforma de equilibrio en estática: Romberg Ojos Abiertos (ROA); Romberg Ojos Cerrados (ROC).

DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES Y DEL PROCESO DE MEDIDA

1. **Evaluación Sensorial Estática:** Este test está basado en el test de Romberg [167]. Según el protocolo definido por Okubo [168], el sujeto debe mantener el equilibrio en bipedestación, descalzo, con sus talones en contacto y los ejes longitudinales de los pies formando un ángulo de 30°. La posición de los brazos sigue el eje longitudinal del tronco. El cuello debe mantenerse en una posición neutra, sin flexo-extensión, rotación o inclinación. Siguiendo el protocolo analítico de Romberg, modificando la información somatosensorial recibida en las extremidades inferiores y eliminando secuencialmente la información visual, puede deducirse la participación de los diversos componentes sensoriales en el mantenimiento del equilibrio. La prueba consistió en colocar al sujeto en bipedestación en la plataforma de equilibrio en la posición descrita anteriormente durante 20 s, repitiendo la prueba un total de tres veces. Esta prueba también la han realizado al final del tratamiento todos los pacientes, para comprobar si existen diferencias entre los dos grupos (Figura 2.11). Se le pide al sujeto que mantenga el punto del visor en el centro del eje de coordenadas de la pantalla. Este punto va a ser la representación gráfica de su centro de gravedad. A continuación le indica

que aguante dicha posición sin mover los pies durante 20 s. Después realiza un descanso de 10 s y se le vuelve a repetir la prueba dos veces más. Una vez finalizada la prueba se realiza un descanso de 2 min entre cada una de las dos posibilidades descritas a continuación.

- **Romberg Ojos Abiertos:** con los ojos fijos en una en la pantalla de Biodex a 40 cm de distancia. El sujeto dispone de sus tres aferencias sensoriales (somatosensorial, visual y vestibular) para mantener el equilibrio.
- **Romberg Ojos Cerrados:** se elimina la componente visual.

Durante toda la prueba se mantuvo un ambiente de silencio para no perturbar la atención del sujeto, ya que se ha demostrado que frente a influencias cognitivas varía el control postural de los sujetos [63] Luego se pide al sujeto bajar de la plataforma y se le indica que se siente en una silla unos 2 min para que descanse. Se tomó la puntuación media en la prueba de caída, tanto al principio de la rehabilitación como al final de la misma, en la plataforma BBS a nivel 8.

2. **Flexión:** el procedimiento de medición con el goniómetro es el siguiente: se coloca al sujeto en posición de sedestación en el borde de la camilla y el fisioterapeuta se coloca en el lado de la rodilla a medir. El goniómetro se coloca en el centro de la interlinea articular, en la parte externa de la articulación de la rodilla; el brazo fijo del goniómetro se coloca paralelo al eje longitudinal del fémur en dirección al trocánter mayor, y el brazo móvil se ubica paralelo al eje longitudinal de la tibia en dirección al maléolo peroneal. Como se muestra en la Figura 2.6, el paciente parte de la extensión de rodilla y se le pide que realice la flexión máxima de rodilla de tres segundos de duración y a continuación una extensión máxima de la misma duración [157]. Hay que tener en cuenta para el tratamiento estadístico que cuantos más grados tiene el sujeto mejor será el resultado.



Figura 2-6 A la izquierda medición de la flexión de rodilla. A la derecha medición de la extensión de rodilla.

3. Extensión: con el sujeto colocado en sedestación en la camilla se le pide que extienda la rodilla lo máximo que pueda, siempre partiendo de una flexión, y procedemos a la medición de la extensión colocando el goniómetro en la parte externa de la interlínea articular de la rodilla (Figura 2.6).

Hay que tener en cuenta que el valor normal de la extensión completa de rodilla es 0° ; por este motivo, todos los resultados que resulten por debajo de esta magnitud, es decir, resultados negativos, serán considerados como positivos para poder implementar y analizar los resultados estadísticos. Así, todos los resultados por encima de cero se consideran como falta de extensión completa de la rodilla. Para el tratamiento estadístico hay que tener en cuenta que, cuantos más grados de extensión haya, peor será el resultado para el sujeto.

4. Test monopodal o *One Leg Balance* (OLB): o tiempo de apoyo monopodal: sirve para valorar el equilibrio. El sujeto se coloca en las paralelas y se le pide que se mantenga en monobipedestación, intentando aguantar el equilibrio con una sola pierna (la intervenida) y con los ojos abiertos. Se

mide en segundos todo el tiempo que pueda mantenerlo sin apoyo de las manos [169] [170] (Figura 2.7). Se realizan tres intentos y se reserva el de mayor tiempo, siendo este el mejor resultado.

- 5. Alcance funcional o límites de estabilidad:** se coloca una marca en el suelo a un metro y medio de distancia de la pared. El sujeto se sitúa en la marca con los pies juntos, con los miembros superiores a 90° grados de flexión de hombros, codos en extensión y manos abiertas (Figura 2.7). Se le pide que intente acercar las manos a la pared todo lo que pueda sin mover los pies del suelo según, Okumiya [171]. Para el tratamiento estadístico hay que saber que, a menor distancia de la pared, mejor es el resultado. Se realiza la medición dos veces, una en T1 y la otra en T2, midiendo la distancia que hay entre los dedos de las manos del sujeto y la pared.



Figura 2- 7 La foto de la izquierda muestra la prueba del Test Monopodal. La fotografía de la derecha muestra la prueba de alcance funcional.

6. Posición de tándem: el sujeto se coloca en las paralelas con los pies alineados, uno delante del otro, de tal forma que la punta del pie operado contacte con el talón del pie no operado. Se mide el tiempo en segundos que mantiene esta posición sin apoyo de las manos [172] (Figura 2.8). Se realiza la medición una vez a la semana. Para el tratamiento estadístico hay que tener en cuenta que a mayor tiempo mejor es el resultado.

7. Caminar de tándem: el sujeto se coloca en las paralelas en posición inicial de Tándem y se le pide que realice una deambulación colocando un pie en contacto con el otro y siempre bien alineados [172] [173] [174] realizando una marcha punta talón e intentando pisar sobre una línea recta dibujada en el suelo sin sujetarse de las barras paralelas (Figura 2.8).

Se cuentan los pasos que el sujeto es capaz de realizar, andando por una línea recta por las barras paralelas hasta el final de las mismas. Se realiza la medición una vez a la semana, teniendo en cuenta que cuantos más pasos pueda realizar el sujeto sin perder el equilibrio, mejor es el resultado conseguido.

8. Test “Time Up and Go” (TUG) ó tiempo de ir y volver por las paralelas: es una prueba para la valoración del equilibrio del sujeto basada en la prueba TUG. Esta prueba se utiliza habitualmente en adultos y ancianos, estudiándose con ella principalmente su movilidad y la capacidad de deambulación [175] [176]. La posición inicial del sujeto es en sedestación en una silla al inicio de las paralelas. Se le pide que se levante de la silla, preferiblemente sin cogerse de las barras paralelas, y que inicie una deambulación de cinco metros en línea recta hasta el final de las paralelas. Posteriormente tiene que darse la vuelta, volver a la silla y sentarse, quedándose como en la posición de partida [177] [178].

En esta prueba se mide el tiempo en segundos desde que se levanta, realiza todo el recorrido y se vuelve a sentar. Esta medición hay que tener en cuenta que, a menor tiempo en segundos, mejor es el resultado.



Figura 2- 8 A la izquierda observamos la prueba de posición en tándem y a la derecha la de caminar en tándem.

9. **Distancia entre pasos:** el sujeto colocado en las barras paralelas realiza una deambulación y se le pide en un momento determinado se quede quieto y realizamos la medición. Esta consiste en registrar la distancia que hay entre la punta del pie atrasado y el talón del pie adelantado. Hay que tener en cuenta que, a mayor distancia, mejor es el resultado.
10. **Ancho de pasos:** se realiza junto a la anterior donde el paciente, una vez ha realizado la deambulación, se queda quieto. Consiste en medir la distancia de ancho que existe entre los dos pies. En esta medición hay que tener en cuenta que a mayor distancia mejor es el resultado.
11. **Balance muscular:** La valoración de la fuerza muscular es una forma de valorar la musculatura, es midiendo la fuerza muscular mediante la escala de Robert Lovett M.D.- Kendall, ya que de esta manera podemos ver la capacidad del músculo para contraerse y poder realizar la función.
Los conceptos necesarios para realizar el balance muscular son:

- **Resistencia:** es la fuerza que actúa en sentido opuesto al movimiento que genera la contracción muscular. La aplicación de la resistencia se realiza en la región distal del segmento corporal donde se inserta el músculo explorado.
- **Línea de fuerza:** sentido del movimiento generado por la contracción muscular.
- **Amplitud disponible:** arco de movimiento que son capaces de recorrer las palancas óseas por la acción de la contracción muscular.

Tabla 2-1 Escala de Robert Lovett, M.D. - Kendall

Grados	Término	Descripción
5	Normal	Alcanza la amplitud total disponible de movimiento contra la gravedad y es capaz de mantener una resistencia máxima.
4	Buena	Alcanza la amplitud total disponible de movimiento contra la gravedad y es capaz de mantener una resistencia moderada.
3	Regular	Alcanza la amplitud total disponible de movimiento sólo contra la gravedad al eliminar la resistencia.
2	Pobre	Alcanza la amplitud total de movimiento al eliminar la gravedad.
1	Vestigios	Contracción visible o palpable sin movimiento muscular significativo.
0	Nula	No se observa ni se siente contracción.

2.5 PROTOCOLO DE TRATAMIENTO DE FISIOTERAPIA PARA LOS GRUPOS DE TRATAMIENTO

El protocolo de fisioterapia para ATR utilizado por Broztman *et al.* en el 2005 se ha llevado a cabo tanto para el grupo de control G1 como para el grupo experimental G2. Concretamente, el protocolo incluye dos fases: una de calentamiento y una de trabajo. Ambas fases se realizan en cada sesión. Asimismo, presenta ciertas variaciones en cada una de las semanas, hasta llegar a la cuarta semana. De esta forma el entrenamiento es más exigente a medida que la recuperación de la intervención progresa tanto con el entrenamiento como con el tiempo.

Tabla 2-2 Protocolo de fisioterapia utilizado para los dos grupos (G1 y G2) en la primera semana

PRIMERA SEMANA	FASE DE CALENTAMIENTO	<ol style="list-style-type: none"> 1. Movilización activa de rodilla para ganar arco de flexión y de extensión en sedestación sobre camilla: 4 series de 20 repeticiones, descanso de 1 min entre cada serie. 2. Movilizaciones activo-asistidas de flexo-extensión con el paciente en sedestación: 4 series de 10 repeticiones y descanso de 2 min entre cada serie. 3. Movilización pasiva continua. 4. Movilizaciones pasivas de la rótula durante 5 min. 5. Masaje cicatricial 2 min.
	FASE DE TRABAJO	<ol style="list-style-type: none"> 1. Isométricos de cuádriceps de 5 s de contracción a -15° de extensión de rodilla y flexión dorsal de tobillo: 3 series de 12 repeticiones. Descanso de 2 min entre cada serie. 2. Trabajo isotónico de cuádriceps en silla de Colson con un lastre entre 0,5 y 1 kg de peso: 4 series de 12 repeticiones, descanso entre serie y serie de 2 min. El recorrido de la articulación de la rodilla va desde 90° de flexión a 0° de extensión con flexión dorsal de tobillo. 3. Trabajo de isquiotibiales en silla de Colson, con un peso de 1 kg realizando 4 series de 12 repeticiones. Descanso de 2 min entre cada serie. El recorrido de la articulación va de 0° de extensión a 90° de flexión. 4. Marcha en paralelas: apoyado con una mano 2 min andando y descanso de un minuto. Se realiza el ejercicio 3 veces. 5. Caminar en tándem a lo largo de las paralelas durante 3 min.

Tabla 2-3 Protocolo de fisioterapia utilizado para los dos grupos (G1 y G2) en la segunda semana

SEGUNDA SEMANA	FASE DE CALENTAMIENTO	<ol style="list-style-type: none"> 1. Movilización activa de rodilla para ganar arco de flexión y de extensión en sedestación sobre camilla: 4 series de 20 repeticiones, ayudándose con la otra pierna. Descanso de 1 min entre cada serie. 2. Movilizaciones activo asistidas de flexo-extensión con el paciente en sedestación: 4 series de 10 repeticiones. Descanso de 2 min entre cada serie. 3. Movilización pasiva continua. 4. Movilizaciones pasivas de la rótula durante 5 min. 5. Masaje cicatricial 2 min.
	FASE DE TRABAJO	<ol style="list-style-type: none"> 1. Isométricos de cuádriceps de 5 s de contracción a -15° de extensión y flexión dorsal de tobillo: 3 series de 12 repeticiones. Descanso de 2 min entre cada serie. 2. Trabajo isotónico de cuádriceps en silla de Colson con un lastre de 1,5 kg de peso: 4 series de 12 repeticiones, descanso entre serie y serie de 2 min. El recorrido de la articulación de la rodilla va desde 90° de flexión a 0° de extensión con flexión dorsal de tobillo. 3. Trabajo de isquiotibiales en silla de Colson, con un peso de 1,5 kg realizando 4 series de 12 repeticiones. Descanso de 1,5 min entre cada serie. El recorrido de la articulación va de 0° de extensión a 90° de flexión. 4. Estiramiento de isquiotibiales para reducir el flexo de rodilla. 5. Marcha en paralelas: apoyado con una mano 3 min andando y descanso de 1 min. Se realiza el ejercicio tres veces. 6. Caminar en tándem a lo largo de las paralelas durante 4 min.

Tabla 2-4 Protocolo de fisioterapia utilizado para los dos grupos (G1 y G2) en la tercera semana

TERCERA SEMANA	FASE DE CALENTAMIENTO	<ol style="list-style-type: none"> 1. Movilización activa de rodilla para ganar arco de flexión y de extensión en sedestación en la camilla: 4 series de 20 repeticiones, ayudándose con la otra pierna. Descanso de un min entre cada serie. 2. Movilizaciones activo asistidas de flexo-extensión con el paciente en sedestación: 4 series de 10 repeticiones. Descanso de 2 min entre cada serie. 3. Movilización pasiva continua. 4. Movilizaciones pasivas de la rótula durante 5 min.
	FASE DE TRABAJO	<ol style="list-style-type: none"> 1. Isométricos de cuádriceps de 5 s de contracción a -15° de extensión y flexión dorsal de tobillo: 3 series de 12 repeticiones. Descanso de 1,5 min entre cada serie. 2. Trabajo isotónico de cuádriceps en silla de Colson con un lastre de 2 kg de peso 4 series de 12 repeticiones, descanso entre serie y serie de 1,5 min. El recorrido de la articulación de la rodilla va desde 90° de flexión a 0° de extensión con flexión dorsal de tobillo. 3. Trabajo de isquiotibiales en silla de Colson, con un peso de 2 kg realizando 4 series de 12 repeticiones. Descanso de 1,5 min entre cada serie. El recorrido de la articulación va de 0° de extensión a 90° de flexión. 4. Estiramientos de isquiotibiales para reducir el flexo de rodilla. 5. Marcha en paralelas: sin apoyo de manos 3 min andando y descanso de 1 min. Se realiza el ejercicio tres veces. 6. Caminar en tándem a lo largo de las paralelas durante 5 min. 7. Subir y bajar escaleras con apoyo de una mano. Realización del ejercicio 4 veces, descanso de 1,5 min cada vez.

Tabla 2-5 Protocolo de fisioterapia utilizado para los dos grupos (G1 y G2) en la cuarta semana

CUARTA SEMANA	FASE DE CALENTAMIENTO	<ol style="list-style-type: none"> 1. Movilización activa de rodilla para ganar arco de flexión y de extensión en sedestación en la camilla: 4 series de 20 repeticiones, ayudándose con la otra pierna. Descanso de un minuto entre cada serie. 2. Movilizaciones activo asistidas de flexo-extensión con el paciente en sedestación: 4 series de 10 repeticiones. Descanso de 2 min entre cada serie. 3. Movilización pasiva continua. 4. Movilizaciones pasivas de la rótula durante 5 min.
	FASE DE TRABAJO	<ol style="list-style-type: none"> 1. Isométricos de cuádriceps de 5 s de contracción a -15° de extensión de rodilla y flexión dorsal de tobillo: 3 series de 12 repeticiones. Descanso de 1,5 min entre cada serie. 2. Trabajo isotónico de cuádriceps en silla de Colson con un lastre de 2,5 kg de peso: 4 series de 12 repeticiones, descanso entre serie y serie de 1,5 min. El recorrido de la articulación de la rodilla va desde 90° de flexión a 0° de extensión con flexión dorsal de tobillo. 3. Trabajo de isquiotibiales en silla de Colson, con un peso de 2,5 kg realizando 4 series de 12 repeticiones. Descanso de 1,5 min entre cada serie. El recorrido de la articulación va de 0° de extensión a 90° de flexión. 4. Estiramiento de isquiotibiales para reducir el flexo de rodilla 5. Marcha en paralelas, sin apoyo de manos 3 min andando y descanso de 1 min. Se realiza el ejercicio tres veces. 6. Caminar en tándem a lo largo de las paralelas durante 6 min. 7. Subir y bajar escaleras sin apoyo de una mano. Realización del ejercicio 4 veces, descanso de 1,5 min cada vez.

2.6 PROTOCOLO DE ENTRENAMIENTO CON PLATAFORMA DE EQUILIBRIO BIODEX

El protocolo de entrenamiento de este dispositivo sólo la ha llevado a cabo por el G1.

El sistema *Balance System* consta de un *software* que permite hacer pruebas de equilibrio, y con la posibilidad de realizar un entrenamiento de la estabilidad, del equilibrio y de la propiocepción (ver Figura 2.9).

Cuando en el *Biodex Balance System* se elige la opción de entrenamiento, ésta a su vez se divide en varias posibilidades, a saber (ver Figura 2.9):

- Límites de estabilidad.
- Estabilidad postural.
- Cambio de peso.
- Circuito aleatorio.

Además, estos parámetros tienen cada uno tres niveles de dificultad, pudiendo aumentar el trabajo del sujeto según se vayan consiguiendo los objetivos pautados.

El entrenamiento de los sujetos se ha centrado solamente en los tres primeros parámetros: estabilidad postural, límites de estabilidad y cambio de peso. Todos los ejercicios se realizaron con la plataforma de equilibrio de *Balance System*, con la plataforma en estática o fija, y en dinámica o móvil.

Cuando los ejercicios de entrenamiento de equilibrio se realizaron en dinámica la plataforma de equilibrio se ajustó a una dificultad máxima de nivel 8 (la plataforma puede ajustarse entre 1, máxima dificultad, y 12, mínima dificultad).

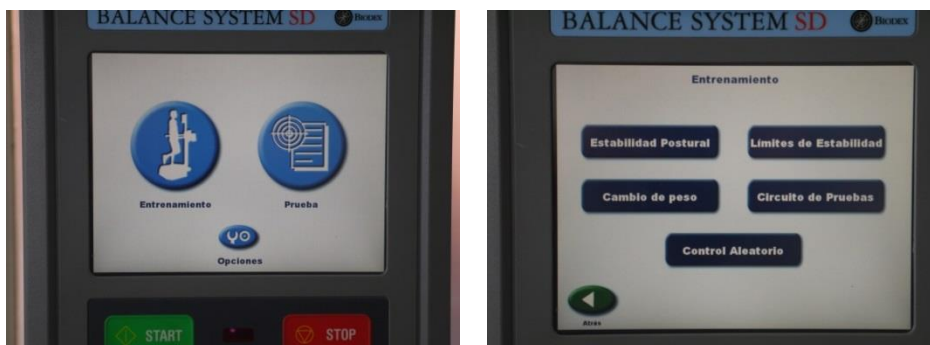


Figura 2-9 A la izquierda, la pantalla del Biodex Balance System, con opción de entrenamiento de ejercicios o pruebas de caída con ROA y ROC. A la derecha, pantalla Biodex Balance System, dentro de la opción de entrenamiento.

2.6.1. Entrenamiento en estática en la plataforma dinamométrica Biodex Balance System

El entrenamiento en la plataforma Biodex Balance System se ha dividido en cuatro semanas, realizando el siguiente trabajo.

2.6.1.1. Entrenamiento en estática: primera semana

Se entrenan los siguientes aspectos:

- **Estabilidad postural:** colocación de cuatro objetivos de referencia en los cuatro cuadrantes del eje de coordenadas en la zona A (Figura 2.10). El ejercicio se realiza durante 3 min, dos veces, descansando 2 min cada vez. Hay que tener en cuenta que la zona A está representada por la primera circunferencia más próxima al centro del eje de coordenadas, la zona B es la segunda circunferencia y así sucesivamente. El sujeto realiza el entrenamiento con la plataforma de equilibrio fija intentando conseguir el mayor número de dianas situándose encima de cada objetivo cada vez que se ilumina de color rojo.
- **Cambio de peso:** el ejercicio consiste en trasladar el peso de una pierna a otra durante un tiempo de 3 min. Se realiza el ejercicio dos

veces con un descanso entre cada uno de 2 min, en el plano antero-posterior, en el medio-lateral y también se le pide que realice diagonales. El sujeto no puede salirse de las dos barras verticales de color rojo y cada vez que realiza un desplazamiento, tiene que pasar de las rayas horizontales de color azul (Figura 2.9). La plataforma de equilibrio está siempre fija.

Tabla 2-6 Protocolo de entrenamiento en plataforma dinamométrica.

	ESTABILIDAD POSTURAL	CAMBIO DE PESO	LIMITES DE ESTABILIDAD
1ª SEMANA	Apagar 4 dianas durante 3 min, 2 series Descanso 2 min	Trabajo 3 min, 2 series Descanso 2 min	Conseguir 8 dianas, 3 series
2ª SEMANA	Apagar 5 dianas durante 3 min, 2 series Descanso 2 min	Trabajo 3 min 2 series Descanso 2 min	Conseguir 8 dianas, 3 series
3ª SEMANA	Apagar 6 dianas durante 3 min, 2 series Descanso 2 min	Trabajo 3 min 2 series Descanso 2 min	Conseguir 8 dianas, 3 series
4ª SEMANA	Apagar 6 puntos durante 3 min, 2 series Descanso 2 min	Trabajo 3 min, 2 series Descanso 2 min	Conseguir 8 dianas, 3 series

- **Límites de estabilidad:** este ítem mide la habilidad del paciente para realizar la oscilación voluntaria en 8 puntos predefinidos en el espacio (Figura 2.11). Con la plataforma fija, el sujeto tiene que

alcanzar todas las dianas de la pantalla y siempre acabar en la diana del centro. Se realiza esta prueba tres veces cada día.



Figura 2- 10 A la izquierda, Plataforma Biodex Balance System: entrenamiento estabilidad postural con cuatro objetivos con la plataforma en estática. A la derecha, entrenamiento de cambio de peso antero-posterior con la plataforma en estática.



Figura 2- 11 A la izquierda, posición del sujeto para realizar las pruebas y los entrenamientos. A la derecha la Plataforma Biodex Balance System: entrenamiento de los límites de estabilidad con plataforma en estática.

2.6.1.2 Entrenamiento en estática: segunda semana

- **Estabilidad postural:** se colocan cinco objetivos, tres de ellos en los cuadrantes de la pierna operada entre la zona A y B, los otros dos en los cuadrantes de la pierna sana entre las zonas A y B durante 3 min.

Posteriormente se realiza el ejercicio dos veces más con un descanso de 2 min entre cada ejercicio.

- **Cambio de peso:** el ejercicio consiste en trasladar el peso de una pierna a otra durante un tiempo de 3 min. Se realiza el ejercicio dos veces con un descanso entre cada uno de 2 min, en el plano antero-posterior, en el medio-lateral y también se le pide que realice diagonales. El sujeto no puede salirse de las dos barras verticales de color rojo y cada vez que realiza un desplazamiento, tiene que pasar de las rayas horizontales de color azul (Figura 2.10).
- **Límites de estabilidad:** se realiza esta prueba tres veces cada día y se apunta el tiempo y resultado.

2.6.1.3. Entrenamiento en estática: tercera semana

- **Estabilidad postural:** se colocan seis objetivos de referencia, cuatro de ellos en los cuadrantes de la pierna operada (dos puntos en el 1º y dos puntos en el 4º cuadrante) entre la zona B y C. Los otros dos en los cuadrantes de la pierna sana entre las zonas B y C. Tiempo de trabajo dos series de 3 min.
- **Cambio de peso:** el ejercicio consiste en trasladar el peso de una pierna a otra durante un tiempo de 3 min. Se realiza el ejercicio dos veces con un descanso entre cada uno de 2 min, en el plano antero-posterior, en el medio-lateral y también se le pide que realice diagonales. El sujeto no puede salirse de las dos barras verticales de color rojo y cada vez que realiza un desplazamiento, tiene que pasar de las rayas horizontales de color azul (Figura 2.10).
- **Límites de estabilidad:** se realiza el ejercicio que pautó la plataforma de equilibrio y se registra el tiempo y el resultado obtenido. Esta prueba se realiza tres veces cada día. El descanso entre cada prueba es de 2 min.

2.6.1.4. Entrenamiento en estática de la cuarta semana

- **Estabilidad postural:** se colocan seis objetivos de referencia, cuatro de ellos en los cuadrantes de la pierna operada (dos puntos en el 1º y dos puntos en el 4º cuadrante) entre la zona B y C. Los otros dos en los cuadrantes de la pierna sana entre las zonas B y C. Tiempo de trabajo 3 min dos veces.
- **Cambio de peso:** cambio de peso de una pierna a otra durante 3 min dos veces con descansos cada vez de 2 min.
- **Límites de estabilidad:** se realiza el ejercicio que pauta la plataforma dando un tiempo y un resultado. Esta prueba se realiza tres veces cada día. Descanso de cada prueba de 2 min.

2.7 DESCRIPCIÓN DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO

2.7.1 Herramientas software

El paquete estadístico utilizado fue el SPSS v19 y la herramienta para desarrollo software Matlab 13.a con licencia de la Universidad de Valencia. Por último, algunas de las gráficas fueron representadas haciendo uso de la Herramienta Excel 2015.

2.7.2 Análisis estadístico

Para realizar la descripción de las variables se utilizan estadísticos descriptivos como la media, desviación estándar, máximos y mínimos, frecuencias, porcentajes y, finalmente, tablas de contingencia, para registrar y analizar la relación entre dos o más variables cualitativas.

Se comprueba la distribución de cada una de las variables para establecer la necesidad de implementación de métodos de análisis ya sean

bien paramétricos, bien no paramétricos. La verificación de utilización métodos de análisis paramétricos se realiza para las variables cuantitativas, y requiere el cumplimiento de normalidad, que ha sido comprobada con el test de Kolmogorov-Smirnov [180] o la de Shapiro-Wilk [180], y homogeneidad de varianzas, comprobada con el test de Levene. Estas pruebas se realizan para todas las variables cuantitativas descritas. El nivel de significación para aceptación o rechazo de la hipótesis nula se ha fijado en el 95% ($<0,05$).

Estadísticamente se considera necesario una población de al menos 30 muestras para cumplir normalidad. Sin embargo, es sabido que se trata de un estadístico recomendado, y que esta afirmación es dependiente de las propias medidas realizadas, pudiéndose cumplir normalidad con tamaños muestrales menores.

El cumplimiento de la hipótesis de alguno de los test propuestos conlleva la realización de análisis paramétricos. En tal caso, se ha aplicado la t de Student para variables dependientes con cada uno de los grupos de análisis, con el fin valorar la mejora conseguida tras la aplicación de cada uno de los tratamientos por separado. Igualmente se lleva a cabo el mencionado test para variables independientes, comprobando la diferencia de medias y el nivel de significación obtenido para los resultados del G1 frente a los de G2.

Por el contrario, el rechazo de las hipótesis conlleva el análisis no paramétrico. Se realiza el test de Wilcoxon para variables dependientes, en el caso de análisis de cada uno de los grupos, e independientes, para el análisis intergrupar. La hipótesis se ha rechazado siempre para niveles de significación menores de 0,05.

Para las variables FLEX y EXT, y para las medidas recogidas dentro de escalas (Berg y Kendall) se comprueba, además del nivel de significación, el número de pacientes que alcanza el rango óptimo esperado.

2.7.3 Análisis multivariable

Adicionalmente se realiza un análisis multivariable mediante el diseño de mapas auto-organizados (SOM, de sus siglas en inglés Self Organized Map). A grandes rasgos se expone una breve explicación de en qué consisten, en un primer párrafo de forma más técnica y en el siguiente párrafo, de forma más llana.

El modelo de mapa auto-organizado fue descrito por el profesor finlandés Teuvo Kohonen [180]. Se trata de un tipo de red neuronal en la que se introducen las variables de estudio a las que se les realiza un entrenamiento no supervisado. Consta de componentes llamados nodos o neuronas. Asociado con cada uno de los nodos se tiene un vector de peso de la misma dimensión que los vectores de datos de entrada, y una posición en el espacio del mapa. La disposición espacial de los nodos resultantes queda representada en dos dimensiones y a una misma distancia, en una rejilla hexagonal o rectangular. Es por tanto un análisis multivariable (varias dimensiones) que posteriormente se puede representar proyectándolo sobre una sola variable (unidimensional). Esto produce una representación discreta del espacio de las muestras de entrada. El procedimiento para la colocación de un vector de datos en el mapa es encontrar el nodo con cuyo vector de peso sea el más cercano, es decir, que tenga la menor distancia métrica al vector de espacio de datos.

En otras palabras, el método permite un análisis multivariable. La representación del mismo producirá distintos mapas. El resultado es una distribución de los pacientes por el mapa de forma que se pretende hacer grupos de sujetos que presentan unas mismas características (en este caso mejorías en valores absolutos de la diferencia de medida), y proyectar cada una de las variables medidas sobre esa distribución de sujetos en el mapa. Además, cabe decir que la distribución siempre será la misma para una

determinada solución, es decir, los sujetos están siempre en una misma posición sobre los distintos mapas. Esto significa que en una misma posición del mapa, o neurona, o rejilla hexagonal, se encontrará o encontrarán los mismos pacientes. Lo que diferenciará a cada mapa es la proyección de cada una de las variables de estudio, como las de equilibrio, de fuerza y funcionales, sobre el mismo mapa. Esto permite observar una variable concreta en cada uno de los mapas, frente a la distribución de la muestra sobre el mismo mapa, así como establecer las posibles relaciones de una forma visual.

3. RESULTADOS

3.1 DESCRIPTIVOS DE LA MUESTRA

La muestra analizada está compuesta por 40 sujetos, todos intervenidos de ATR tricompartmental, y de los cuales 13 son hombres y 27 mujeres.

Toda la muestra se incluye en un rango de edad comprendida entre los 61 y los 82 años, con una edad media muestral de 74 años, siendo para los grupos G2 y G1 de 75 y 72 años respectivamente (Figura 3.1).

Ésta se ha distribuido de forma aleatoria en dos subgrupos de igual tamaño (20 sujetos), el G2 (grupo de control), compuesto por 7 hombres y 13 mujeres, y el G1 (grupo *Biodex*), que recoge 6 hombres y 14 mujeres (Figura 3.2).

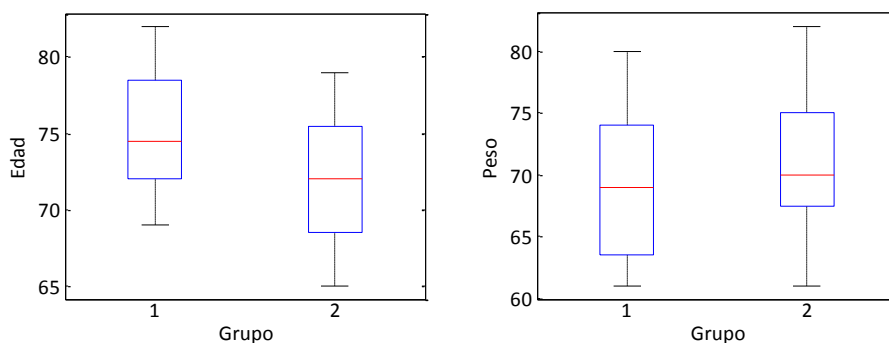


Figura 3-1 La figura muestra la variable edad de la muestra (izquierda) y el peso de los sujetos (derecha) de cada grupo.

En un 45% de los casos del total analizado, se realizó la intervención de ATR en la rodilla derecha, mientras que en el 55% restante la operación se llevó a cabo en la rodilla izquierda (Figura 3.2).

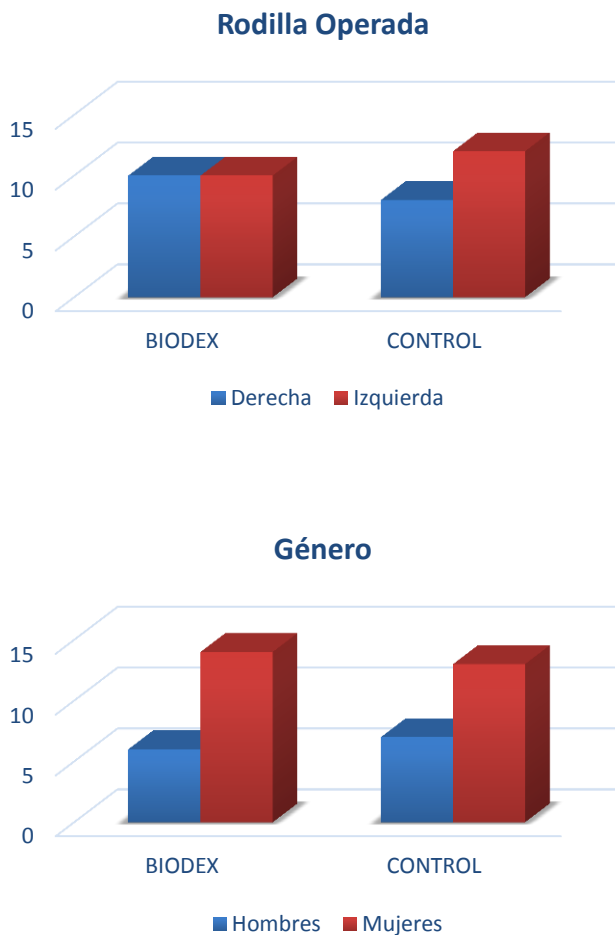


Figura 3-2 Las figuras muestran la rodilla operada en los sujetos de estudio dividida por grupos (arriba) y la variable género de la muestra de cada grupo y de la muestra total (abajo).

En la Tabla 3.1 quedan resumidos los descriptivos de la muestra de forma numérica y con mayor detalle.

Expuestos los descriptivos de la muestra, en los siguientes apartados se describe, en primer lugar, los resultados del tratamiento para cada uno de los grupos por separado. La finalidad de este primer análisis es determinar si con el tratamiento fisioterápico propuesto, y llevado a cabo de forma

independiente para cada grupo, se consiguen mejoras significativas. En tal caso, se cuantifican dichas mejoras.

En segundo lugar, se muestran los resultados referentes a las mejoras obtenidas si éstas se comparan entre los dos grupos. El objetivo del análisis pretende concluir la idoneidad de uno u otro tratamiento.

Tabla 3-1 Descriptivos de la muestra

		G1 <i>n=20</i>	G2 <i>n=20</i>	MUESTRA <i>n=40</i>
Variables cuantitativas				
Edad (años)	<i>Media ± Std</i>	75,1 ± 3,9	72,1 ± 4,5	73,6 ± 4,4
	<i>Min</i>	69	65	65
	<i>Max</i>	82	79	82
Peso (kg)	<i>Media ± Std</i>	70,1 ± 6,5	72,85 ± 5,9	71,45 ± 6,25
	<i>Min</i>	61	61	61
	<i>Max</i>	80	82	81
Variables Cualitativas				
Género	<i>Hombre</i>	6	7	13
	<i>Mujer</i>	14	13	27
Rodilla Operada	<i>Derecha</i>	10	8	18
	<i>Izquierda</i>	10	12	22

3.2 RESULTADOS GRUPO DE CONTROL (G2)

A continuación se muestran los resultados del G2. Como se ha expuesto en el anterior capítulo, se han realizado un estudio longitudinal y se han recogido medidas para cada una de las variables en dos fases distintas del

tratamiento, concretamente al principio del tratamiento (T1) y al final del mismo (T2).

El análisis estadístico que permite verificar si las mejoras conseguidas son significativas consiste en la prueba t de *Student*. Al valorarse el tratamiento para pacientes dentro de un mismo grupo, se realiza el mencionado análisis para muestras dependientes.

Primero se determina si la prueba propuesta es aplicable. Para ello, se analiza la normalidad de la muestra para cada una de las variables. En caso de cumplirse la hipótesis de normalidad (hipótesis nula = H_0) se realiza el análisis paramétrico propuesto. En caso contrario, se lleva a cabo un análisis no paramétrico con la prueba de rangos con signos de Wilcoxon [179] y con la misma finalidad.

Tradicionalmente el análisis de normalidad se ha llevado a cabo con dos posibles pruebas: la prueba de Kolmogorov-Smirnov [180] o la de Shapiro-Wilk [180]. La muestra tomada para la investigación tiene un tamaño $n=20$ muestras, menor de $n=30$ muestras. Por ello, se realiza la segunda de las pruebas para el análisis de normalidad.

En este caso se ha establecido α para un nivel de significancia del 95%. Si el p-valor es mayor que 0,05 se acepta la H_0 . En tal caso, los datos provienen de distribución normal. En caso contrario, se rechaza la H_0 .

Los resultados de la prueba quedan representados en la Tabla 3.2. En la última columna se ha indicado con una V cuando se acepta la H_0 o con una X cuando ésta se rechaza. Se observa cómo las variables ROA_G2, ROC_G2, AF_G2, DEP_G2, AP_G2 y EBERG_G2 siguen una distribución normal, no siendo éste el caso para el resto de variables.

Tabla 3-2 Prueba de normalidad test Shapiro-Wilk

Variables	Estadístico	Significación	¿H ₀ ?
Variables evaluación funcional			
FX_G2	0,855	0,006 < 0,05	X
EXT_G2	0,858	0,007 < 0,05	X
BM_G2	0,495	0,000 < 0,05	X
Variables evaluación equilibrio			
ROA_G2	0,909	0,060 > 0,05	V
ROC_G2	0,912	0,070 > 0,05	V
AF_G2	0,961	0,560 > 0,05	V
DEP_G2	0,919	0,094 > 0,05	V
AP_G2	0,958	0,503 > 0,05	V
EBERG_G2	0,945	0,299 > 0,05	V
TP_G2	0,689	0,000 < 0,05	X
OLB_G2	0,848	0,005 < 0,05	X
PT_G2	0,822	0,002 < 0,05	X
CT_G2	0,832	0,003 < 0,05	X

Tras el análisis de normalidad se comprueban si las mejoras del tratamiento son significativas. En las Tablas 3.3 y 3.4 quedan resumidas y cuantificadas las mejoras conseguidas para cada una de las variables medidas antes y después del tratamiento de rehabilitación realizado al G2. En ella se observa como para todas éstas se consigue una mejora tras el tratamiento y se cuantifica dicha mejora.

De acuerdo con lo descrito en la Tabla 3.2, se realiza la prueba t de *Student* en caso de análisis paramétrico para las variables correspondientes.

Tabla 3-3 Prueba t de Student para muestras dependientes

Variables	Diferencia de medias	Desviación típica	E. Típ. media	Estadístico (t)	Significación (bilateral)	¿RECHAZA H ₀ ?
Variables evaluación equilibrio						
ROA_G2	0,14	0,24	0,05	2,641	0,016	V
ROC_G2	0,47	0,23	0,05	9,225	0,000	V
AF_G2	5,98	3,16	0,71	8,45	0,000	V
DEP_G2	-2,00	7,00	1,55	-1,277	0,217	X
AP_G2	-1,20	3,77	0,84	-1,420	0,172	X
EBERG_2	14,10	3,93	0,88	-16,036	0,000	V

A partir de los resultados representados en la Tabla 3.3 se compara el p-valor con el nivel de significancia establecido α , de forma que si éste es menor que 0,05 se rechaza la H₀, lo que significa que para esa variable existen diferencias significativas antes y después del tratamiento y que, por tanto, éste *Sí* tiene un efecto significativo sobre el paciente. Por el contrario, y pese a que las mejoras conseguidas con el tratamiento son cuantificables, el análisis de las variables DEP_G2 y AP_G2 muestran que éstas no son significativas.

Los resultados del análisis no paramétrico con la prueba de los Rangos con Signo de Wilcoxon realizado para el resto de variables se muestran en la Tabla 3.4.

Comparando el p-valor obtenido con el nivel de significancia establecido se observa que, para todas las variables, se rechaza la H₀. Por tanto, las mejoras conseguidas tras el tratamiento en todas y cada una de las variables bajo estudio y representadas en la tabla, son significativas.

Los resultados se comentan con mayor detalle en la Sección 3.4.

Tabla 3-4 Prueba de Rangos con Signo de Wilcoxon.

Variables	Diferencia de medias	Desviación típica	E. Típ. media	Estadístico (Z)	Significación (bilateral)	¿RECHAZA H_0 ?
Variables evaluación funcional						
FX_G2	-12,75	3,78	0,84	-3,992	0,000	V
EXT_G2	-8,35	3,87	0,87	-3,920	0,000	V
BM_G2	-1,80	0,41	0,09	-4,179	0,000	V
Variable evaluación equilibrio						
TP_G2	9,30	8,21	1,83	-3,928	0,000	V
OLB_G2	-1,85	1,04	0,23	-3,685	0,000	V
PT_G2	-1,80	1,19	0,27	-3,579	0,000	V
CT_G2	-1,50	0,69	0,15	-3,919	0,000	V

3.3 RESULTADOS DEL GRUPO CON BIODEX (G1)

Seguidamente se muestran los resultados del grupo en el que se incluye un entrenamiento con Biodex, siguiendo el mismo criterio que en la Sección 3.2. Así, con el mismo procedimiento que el realizado para el G2, se determina con el test de *Shapiro-Wilk* qué variables siguen una distribución normal. De nuevo, se establece un nivel de significancia de 0,05, de forma que cuando el p-valor es superior al mencionado nivel se acepta la H_0 , concluyéndose la muestra sigue una distribución normal.

Tabla 3-5 Prueba de normalidad test de Shapiro-Wilk.

Variables	Estadístico	Significación	¿H ₀ ?
Variables evaluación funcional			
FX_G1	0,924	0,117 > 0,05	V
EXT_G1	0,845	0,004 < 0,05	X
BM_G2	0,495	0,000 < 0,05	X
Variables evaluación equilibrio			
ROA_G1	0,460	0,000 < 0,05	X
ROC_G1	0,915	0,080 > 0,05	V
AF_G1	0,864	0,009 < 0,05	X
DEP_G1	0,974	0,843 > 0,05	V
AP_G1	0,945	0,300 > 0,05	V
EBERG_G1	0,954	0,435 > 0,05	V
TP_G1	0,976	0,868 > 0,05	V
OLB_G1	0,830	0,002 < 0,05	X
PT_G1	0,846	0,005 < 0,05	X
CT_G1	0,862	0,009 < 0,05	X

Los resultados del análisis se pueden consultar en la Tabla 3.5, de donde se deduce que las variables FX_G1, ROC_G1, DEP_G1, AP_G1, EBERG_G1 y TP_G1 siguen una distribución normal, no siendo éste el caso para el resto de variables.

Posteriormente se evalúa si las mejoras conseguidas tras el tratamiento fisioterápico y el entrenamiento con Biodex son significativas.

Para aquellas variables que siguen una distribución normal, se realiza una prueba t de Student para muestras dependientes. Se establece un nivel de

significancia de 0,05, de forma que si el p-valor es menor que el nivel establecido se rechaza la hipótesis nula, siendo en tal caso las diferencias significativas.

Tabla 3-6 Prueba t de Student para muestras dependientes.

Variables	Diferencia de medias	Desviación Típica	E. Típ. Media	Estadístico (t)	Significación (bilateral)	¿RECHAZA H ₀ ?
Variables Evaluación Funcional						
FX_G1	-13,50	6,30	1,41	-9,577	0,000	V
Variable Evaluación Equilibrio						
ROC_G1	0,41	0,38	0,08	4,884	0,000	V
DEP_G1	-5,23	10,02	2,24	-2,330	0,031	V
AP_G1	-1,33	3,39	0,76	-1,749	0,096	X
EBERG_G1	-19,95	8,77	1,96	-10,168	0,000	V
TP_G1	11,70	4,08	0,91	12,826	0,000	V

Los resultados quedan detallados en la Tabla 3.6. Las mejoras cuantificadas son significativas en las variables FX, ROC, DEP, EBERG y TP. Por el contrario, las diferencias no son significativas únicamente para la variable medida AP.

El resto de variables se analizan con la prueba de los rangos con signo de *Wilcoxon* siguiendo las mismas restricciones. Los resultados se pueden observar en la Tabla 3.7.

Tabla 3-7 Prueba de Rangos con Signo de Wilcoxon.

Variables	Diferencia de medias	Desviación Típica	E.Típ. Media	Estadístico (Z)	Significación (bilateral)	¿RECHAZA H_0 ?
Variables Evaluación Funcional						
EXT_G1	-7,50	5,25	1,17	-3,49	0,000	V
BM_G1	-1,80	0,41	0,09	-4,18	0,000	V
Variable Evaluación Equilibrio						
ROAG1	0,44	0,99	0,22	-3,28	0,001	V
AF_G1	9,45	6,83	1,52	-3,83	0,000	V
OLB 1	-1,75	1,07	0,24	-3,60	0,000	V
PT_G1	-1,20	1,06	0,24	-3,43	0,001	V
CT_G1	-1,95	0,84	0,19	-3,89	0,000	V

Comparando el p-valor obtenido con el nivel de significancia se observa que, para todas las variables, se rechaza la H_0 . Por tanto, las mejoras conseguidas tras el tratamiento en todas y cada una de las variables representadas en la tabla, son significativas.

Los resultados se comentan con mayor detalle en la siguiente sección.

3.4 COMPARACIÓN DE GRUPOS

Conocidos los resultados de cada uno de los grupos de forma independiente, se comprueba la mejora conseguida por los tratamientos fisioterápicos realizados para cada grupo. Para ello se cuantifica la diferencia de medias y se concluye si ésta es significativa para cada variable.

El análisis llevado a cabo es una prueba t de *Student* para muestras independientes. De nuevo, éste es el método paramétrico. La prueba que se ha realizado para cada variable se ha determinado de acuerdo con los siguientes criterios:

- Comprobación de distribuciones normales, utilizando el test de *Shapiro-Wilk*.
- En el caso de que las distribuciones no sean normales, se realiza la prueba U de *Mann-Whitney* para muestras independientes.
- En el caso de que las distribuciones sean normales, se comprueba si se cumple igualdad de varianzas. Para ello se realiza la prueba de *Levene*.
- En el caso de que se puedan asumir varianzas iguales, se obtienen los resultados con análisis paramétrico utilizando la t de *Student*, en caso contrario, con métodos no paramétricos.

Tras seleccionar la prueba adecuada para cada variable según los criterios expuestos, en la Tabla 3.8 se muestran los niveles de significación bilateral obtenidos para cada variable a partir de las pruebas t de *Student* y U de *Mann-Whitney*. Asimismo en la tabla se cuantifica la diferencia de medias entre las variables para cada grupo y su error típico.

Se observa como las diferencias entre grupos sólo son significativas para las variables AF y EBERG, no siendo así para el resto de variables.

Tabla 3-8 Resultados Pruebas t Student & U de Mann Whitney.

	Significación Bilateral	Diferencia de Medias	Error Típico
Variables Evaluación Funcional			
FX_DIFF	0,651 > 0,05	-0,75	1,64
EXT_DIFF	0,564 > 0,05	0,85	1,45
BM_DIFF	1,000 > 0,005	0	0,13
Variables Evaluación Equilibrio			
ROA_DIFF	0,190 > 0,05	0,30	0,23
ROC_DIFF	0,578 > 0,05	-0,055	0,09
AF_DIFF	0,049 < 0,05	3,48	1,68
DEP_DIFF	0,246 > 0,05	-3,23	2,73
AP_DIFF	0,913 > 0,05	-0,13	1,13
TP_DIFF	0,249 > 0,05	2,40	2,05
OLB_DIFF	0,766 > 0,05	0,10	0,33
PT_DIFF	0,101 > 0,05	0,60	0,35
CT_DIFF	0,072 > 0,05	-0,45	0,24
EBERG_DIFF	0,011 < 0,05	-5,85	2,15

3.4.1. Resultados recuperación funcional

Las variables de recuperación funcional incluyen las medidas de variables de flexión, extensión y balance muscular.

En la Figura 3.3 se muestran los resultados de la variable Flexión para cada grupo tras el tratamiento. Los pacientes del G2 consiguen una mejora significativa que les permite flexionar la rodilla hasta los 92° de media, siendo

la mejora media tras el tratamiento de $12,75^\circ$. Respecto a los pacientes del G1, la recuperación funcional resulta ser ligeramente mayor, llegando a una mejora significativa de los $95,5^\circ$. En este caso la mejora media es de $13,30^\circ$ también superior a la obtenida con el grupo de control. Por tanto, comparando los grupos se obtiene una diferencia de medias entre tratamientos de $0,75^\circ$ la cual resulta ser no significativa, de acuerdo con los resultados de las pruebas mostrados en la Tabla 3.8.

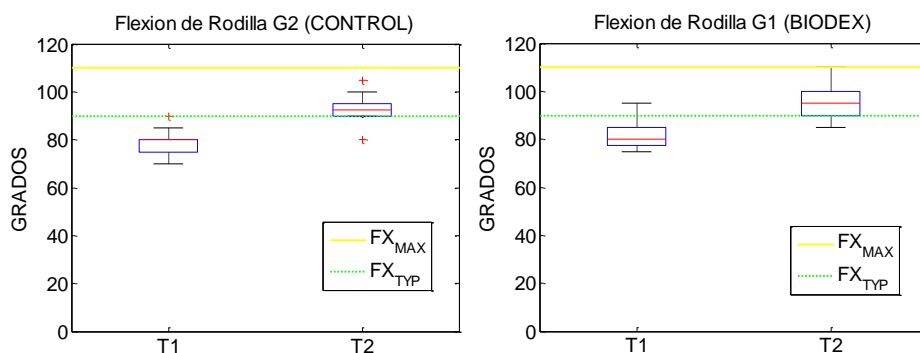


Figura 3-3 En la figura se muestran los resultados obtenidos con respecto a la variable FLEX de rodilla para el G2 (izquierda) y el grupo G1 (derecha) tras el tratamiento. La línea amarilla delimita la máxima recuperación funcional con respecto a este parámetro. La verde los valores típicos o esperados.

Cabe decir que, para ambos grupos, la recuperación funcional alcanza los valores típicos esperados y que, por tanto, ambos grupos consiguen resultados muy satisfactorios, siendo este el motivo por el que, a pesar de que la recuperación es mayor en los pacientes del grupo con Biodex, la diferencia de medias entre grupos no es significativa.

En la Figura 3.4 se muestran los resultados de la variable Extensión. En esta variable hay que tener en cuenta que los valores negativos en este caso

indican que el sujeto no se consigue realizar la extensión completa de la rodilla. El G2 consigue una mejora significativa de 8,35° de media después del tratamiento, alcanzando una extensión de la rodilla de -5° de media. Respecto al G1 los sujetos consiguieron una mejoría de 7,5° de media en la extensión de rodilla siendo esta una mejora significativa permitiendo una extensión completa al final de toda la intervención de 0° de media.

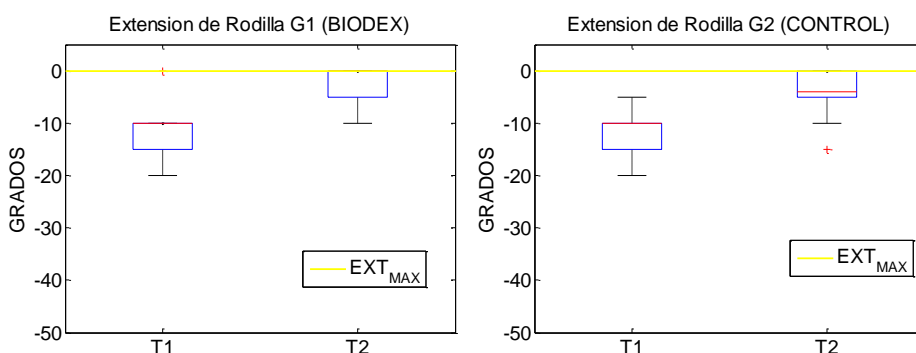


Figura 3-4 En la figura se muestran los resultados obtenidos con respecto a la variable EXT de rodilla para el grupo G1 (izquierda) y el grupo G2 (derecha) tras el tratamiento. La línea amarilla delimita la máxima recuperación funcional con respecto a este parámetro.

En el caso de la extensión ocurre prácticamente lo mismo que en la flexión. Los resultados son bastante similares a los valores normales funcionales por lo que no se consiguen diferencias estadísticamente significativas. Por tanto, comparando los grupos se obtiene una diferencia de medias entre tratamientos de 0,85° la cual resultó no ser significativa pero aun así los resultados del G1 son mejores respecto a los del G2.

En la variable BM se realizó la valoración de la fuerza del cuádriceps. Para ello, se utilizó la escala validada de Kendall. De la medida media de la

variable BM para los sujetos del G2 se deduce una mejoría significativa de 1,80 puntos respecto al inicio el tratamiento. En el G1 se obtuvo la misma mejoría significativa que el grupo G2, concretamente de 1,80 puntos respecto al inicio del tratamiento. Comparando las medias de ambos grupos no se produjo ninguna significación, ya que los dos grupos obtuvieron las mismas mejorías (Figura 3.5).

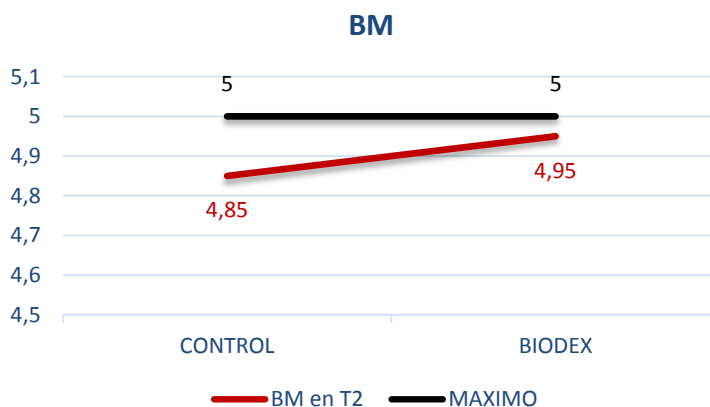


Figura 3-5 En la figura se muestran los resultados obtenidos con respecto a la variable BM para el grupo G2 (azul) y el grupo G1 (rojo), antes y después del tratamiento.

3.4.2. Resultados entrenamiento de equilibrio

Respecto al TP, hay que tener en cuenta que el resultado de esta variable es mejor cuanto menor es el tiempo en la realización de la prueba. En la Figura 3.5 se observa como el G2 consigue una mejoría significativa de 9,30 s de media al final del tratamiento. El G1 consigue una mejoría media mayor que en el G2 y también significativa de 11,70 s de media. Al realizar la diferencia entre las medias de ambos grupos, obtenemos una mejoría del G1 respecto al G2 de 2,40 s pero no siendo éste un valor significativo (Figura 3.6).

En cuanto a las variables de valoración de equilibrio ROA y el ROC, al igual que la variable TP, son variables cuyo resultado es mejor cuanto menor es la puntuación de la prueba.

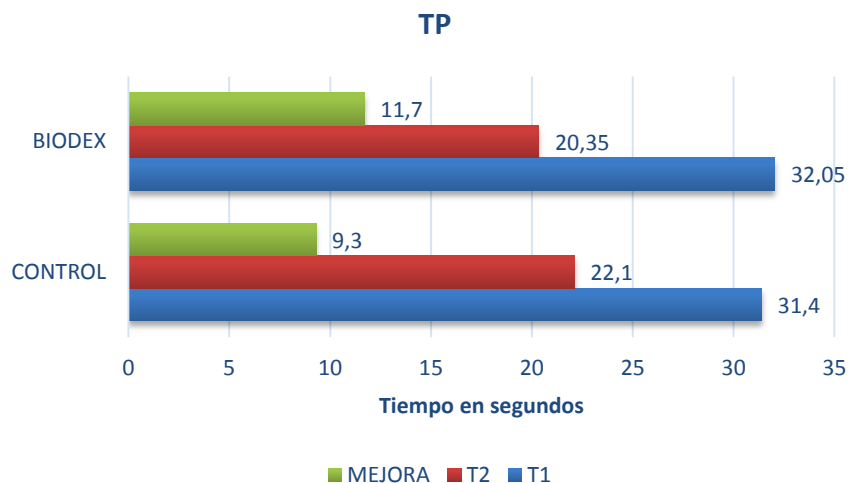


Figura 3-6 En la figura se muestran los resultados obtenidos con respecto al TP. Observamos los resultados del grupo G2 y del grupo G1 antes y después del tratamiento, así como las mejoras tras el tratamiento en cada grupo.

Teniendo presente esto, en el ROA del G2 se consigue una mejora significativa de 0,14 puntos de media al final del tratamiento. En el G1 consiguen una mejoría significativa superior a la del G2, de 0,44 de media. Por tanto, comparando los grupos se obtiene una diferencia de medias entre tratamientos de 0,30 puntos de mejoría del G1 respecto al G2, como se puede observar en la Figura 3.7 la cual resulta ser no significativa.

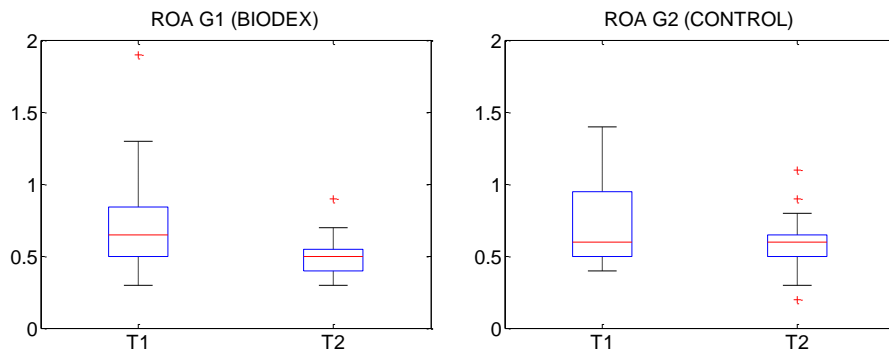


Figura 3-7 En la figura se muestran los resultados obtenidos con respecto a la variable ROA para el grupo G1 (izquierda) y el grupo G2 (derecha) tras el tratamiento.

En el ROC, el G2 consigue una mejoría significativa de 0,47 puntos de media al final del tratamiento. En el G1 consiguen una mejoría significativa inferior al grupo G2 de 0,41 puntos de media. Por tanto, la diferencia de medias entre ambos grupos resulta ser de 0,055 puntos de mejoría del G2 respecto al G1, como se muestra en la Figura 3.8.

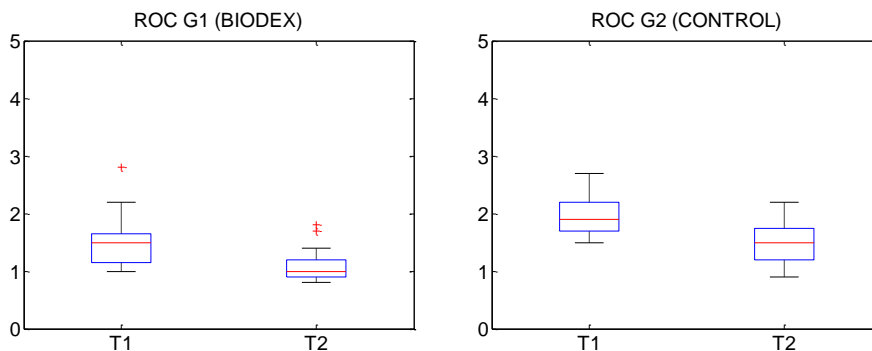


Figura 3-8 En la figura se muestran los resultados obtenidos con respecto a la variable ROC para el grupo G1 (izquierda) y el grupo G2 (derecha) antes y después del tratamiento.

En la variable AF hay que matizar que se consigue mejor resultado cuanto menor es la distancia entre el sujeto y la pared, es decir mejor resultado a menor distancia conseguida. Por tanto para el G2 se consigue una mejoría significativa de 5,98 cm de media. En el caso del G1 se obtiene una mejoría significativa de 9,45 cm de media respecto al inicio del tratamiento. Comparando las diferencias entre las medias de ambos grupos se consigue una mejoría del G1 respecto al G2 de concretamente 3,48 cm, siendo éste además un resultado estadísticamente significativo (Figura 3.9).

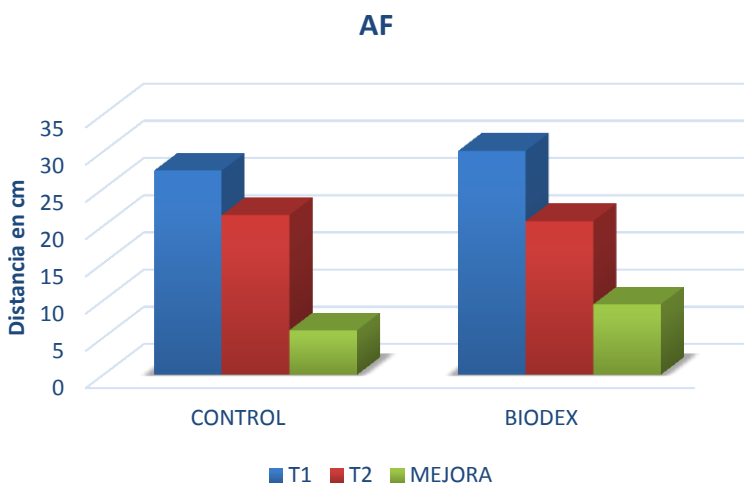


Figura 3-9 En la figura se muestran los resultados obtenidos con respecto la variable AF para el grupo G2 y el grupo G1 ambos antes y después del tratamiento, así como las mejoras tras el tratamiento en cada grupo.

Los resultados en la variable EBERG, se muestran en la Figura 3.8 donde para el G2 las diferencias han sido significativas consiguiéndose una mejoría de 14,10 puntos de media. Respecto a los sujetos del G1 la mejoría del equilibrio es evidente, con una significación muy alta y una mejora de 19,95 puntos de media respecto al inicio del tratamiento y superior al G2. Por tanto,

comparando los grupos se obtiene una diferencia de medias entre tratamientos de 5,85 puntos, la cual resulta significativa (Figura 3.10).

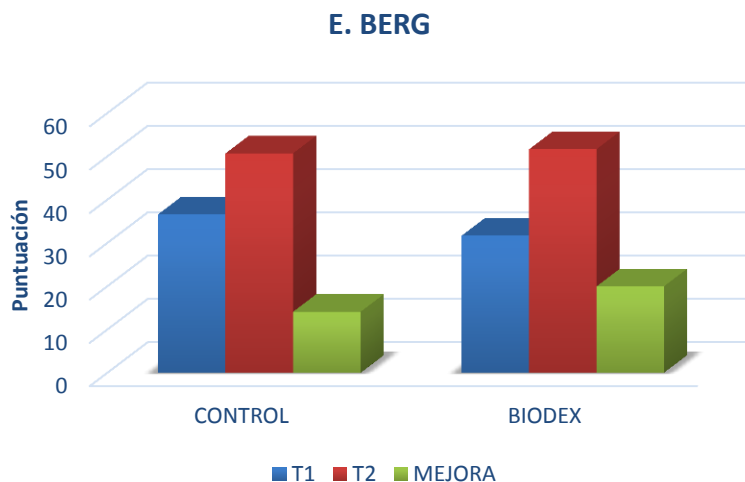


Figura 3-10 En la figura se muestran los resultados obtenidos con respecto a la variable EBERG para el grupo Biodex y el grupo control ambos antes y después del tratamiento, así como las mejoras tras el tratamiento en cada grupo.

En cuanto a las variables AP y DEP, los sujetos del G2 obtuvieron unas mejoras medias cuantificadas en 1,20 cm y 2 cm respectivamente, siendo éstas significativas. Los sujetos del G1 consiguieron una mejoría media de 1,33 cm en la variable AP y de 5,23 cm para la variable DEP. La diferencia entre las medias para el AP sugiere una mejora cuantificada en de 0,13 cm para los sujetos del G2, sin embargo, en la variable DEP, la diferencia entre medias fue de 3,23 cm superior en el G1, sin ser ninguno de estos resultados significativos. Esto indica que en los sujetos del G1, su BS es mayor que al principio del tratamiento y por tanto, su equilibrio es mayor. En la Figura 3.11 mostramos los resultados comentados para la variable AP y en la 3.12 la variable DEP.

En la variable Test Monopodal las diferencias del G2 han sido significativas, obteniendo una mejoría de 1,85 s de media. En el G1, los sujetos obtuvieron una mejoría media de 1,75 s. Comparando ambos grupos, se obtiene una diferencia de medias de 0,10 s en los sujetos del G2 frente a los del G1, siendo este resultado no significativo. En la Figura 3.11 se muestran los resultados antes y después del tratamiento para ambos grupos, así como el nivel de mejora.

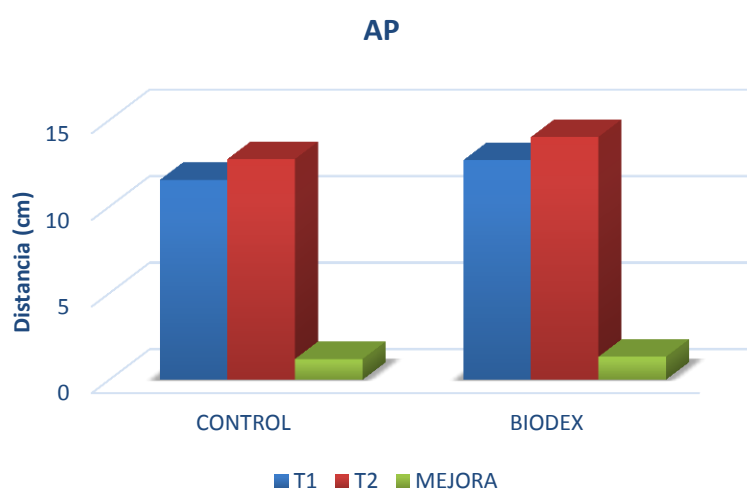


Figura 3-11 En la figura se muestran los resultados obtenidos con respecto a la variable AP para el grupo G1 y el grupo G2, ambos antes y después del tratamiento, así como las mejoras tras el tratamiento en cada grupo.

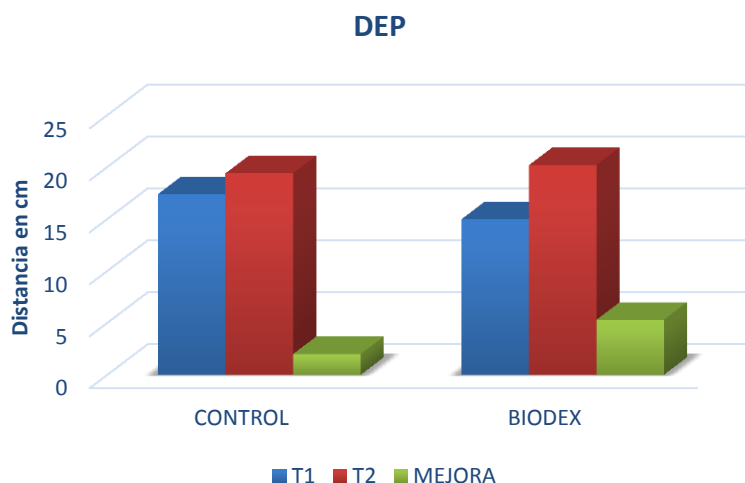


Figura 3-12 En la figura de la izquierda se muestran los resultados obtenidos con respecto a la variable DEP para el grupo G2 y el grupo G1 tras el tratamiento, así como las mejoras tras el tratamiento en cada grupo.

Respecto a las variables PT y CT son dos variables de equilibrio en las que los sujetos del G2 obtuvieron una mejoría significativa con unos valores de 1,80 s y 1,50 s de media respectivamente. Asimismo, los del G1 también consiguieron mejorías significativas con unas medias de 1,20 s y 1,95 s respectivamente. La medida de la diferencia entre medias de la variable PT, indica una mejoría para el grupo G2 con un resultado 0,60 s superior al del G1, sin ser un resultado significativo. En cambio para la variable CT la diferencia entre medias en el grupo G1 apunta a una diferencia frente al G2 de 0,45 s, no siendo ésta significativa (Figura 3.13).

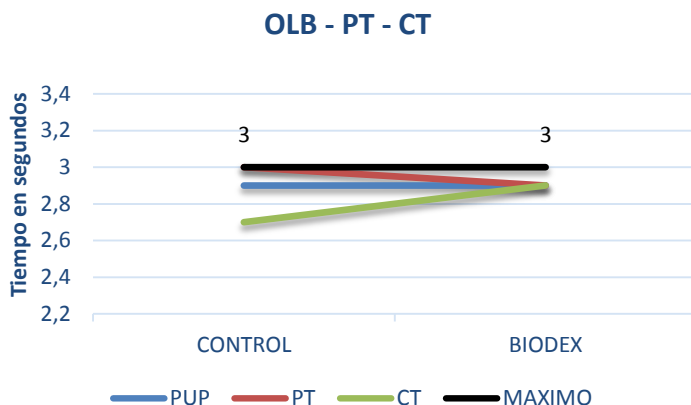


Figura 3-13 En la figura muestra el tiempo en segundos que tarda en recorrer 3 metros en la variable CT (verde), PT (rojo), y Test monopodal o OLB (azul) para el grupo G2 y el grupo G1 tras el tratamiento, así como el valor máximo de los tests establecido en 3 s (negro).

3.4.3. Resultados del cuestionario WOMAC

El cuestionario fue realizado transcurridos 5 años desde la intervención. Teniendo en cuenta que en el cuestionario telefónico de WOMAC existen cuatro niveles para valorar el grado de discapacidad física del sujeto, los resultados para dicho cuestionario fueron los siguientes:

De los 20 sujetos que componían el G2 se consiguió localizar telefónicamente a 17 sujetos, de los cuales 9 tenían un nivel leve de discapacidad, 4 un nivel moderado, 1 sujeto presentaba nivel grave, y los 4 restantes un nivel extremadamente grave.

En el caso de los participantes en el G1, 11 de los 17 sujetos localizados de forma telefónica y encuestados resultaron tener un nivel de discapacidad leve, 4 un nivel de discapacidad física moderada, y solo 1 obtuvo un nivel de discapacidad muy grave (Figura 3.14).

Además, del total de los 34 sujetos encuestados en ambos grupos, todos excepto 2, recomendarían este tipo de cirugía a otras personas, y todos ellos excepto 1, obtuvieron un alto o muy alto grado de satisfacción. En la Figura 3.15 se muestra como los resultados son incluso más satisfactorios en el G1.

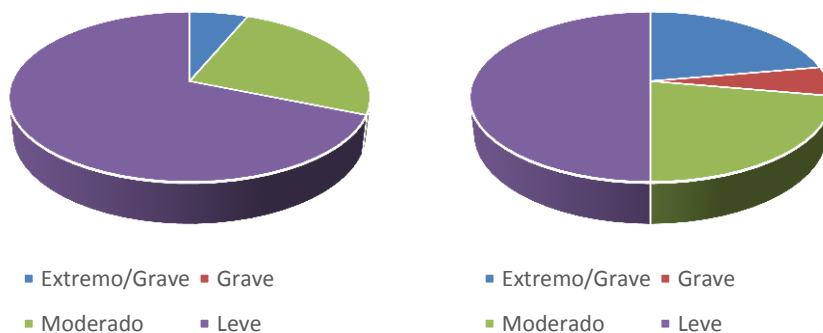


Figura 3-14 En la figura se muestran los resultados de la discapacidad física según el cuestionario reducido de Womac del grupo G1 (izquierda) y grupo G2 (derecha).

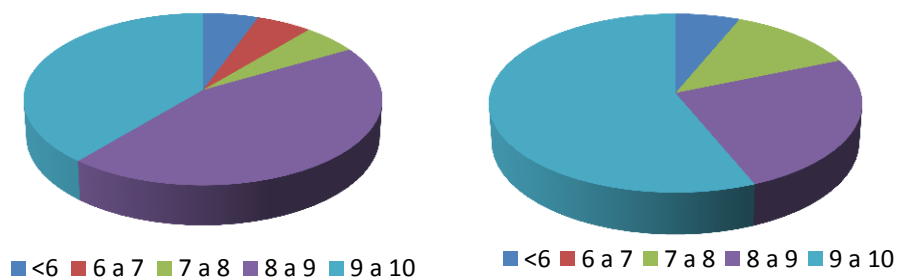


Figura 3-15 En la figura se muestran los resultados obtenidos con respecto al grado de satisfacción del grupo G2 (izquierda) y grupo G1 (derecha).

3.4.4. Análisis multivariable con SOM

Tras la introducción de variables y entrenamiento de las mismas obtenemos los siguientes mapas, que se explican con detalle para un correcto entendimiento de los mismos.

En primer lugar, en la Figura 3.16 se muestra el mapa de *winner*s donde los componentes del G1 se han representado en verde mientras que los del G2 en rojo. Básicamente nos da información de dónde están situados los pacientes en los mapas que posteriormente se comentan, así como de qué grupo son y qué cantidad de pacientes hay en cada rejilla hexagonal.

Es importante destacar que cada uno de los hexágonos de la rejilla (neurona) es una posición en el espacio donde puede haber alguien de la muestra o no, es decir, donde puede haber 'caído' algún paciente. Así, una rejilla roja muy sombreada tiene más pacientes del G2 que una rejilla roja menos sombreada. Lo mismo ocurre con las rejillas verdes, pero en este caso para el G1. Por otra parte, aquellas rejillas que quedan en blanco, significa que no hay ningún paciente en esa zona del mapa.

Lo primero que cabe destacar es la distribución zonal de los pacientes en el mapa, ya que los sujetos resultan quedar distribuidos en dos zonas claramente diferenciadas: pacientes del G1 abajo y a la izquierda, frente a los del G2, arriba a la derecha (esto es importante recordarlo para el análisis).

Esto es muy buen indicador, pues significa que hay diferencias en los tratamientos, ya que los pacientes han quedado separados en el espacio. Además, el hecho de que no se mezclen colores (pacientes) en ninguna rejilla, también indica lo mismo.

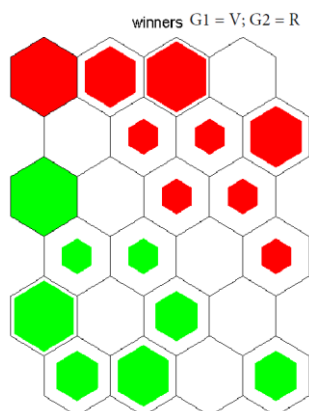


Figura 3-16. Mapa de winners o distribución de los pacientes sobre el mapa (neuronas). En rojo los pacientes del G2 (arriba y a la derecha) y en verde los del G1 (abajo a la izquierda). En las neuronas en blanco no hay pacientes

El entrenamiento se ha realizado sólo con algunas variables, ya que el tamaño muestral de 40 pacientes no permite introducir las 17 variables medidas. Por ello se seleccionan 5 variables, aquellas que se consideran más representativas atendiendo a su significado, a la información que proporcionan, así como al análisis de resultados realizado en anteriores apartados. Concretamente una de las variables funcionales, FLEX y el resto de equilibrio, ROA, AF, TP y EBERG.

Los resultados se muestran en la Figura 3.17. En ella, en el primer mapa la U-matrix es la distancia entre cada neurona y sólo se muestra a título informativo, básicamente informa de las diferencias entre los grupos que se han creado. Respecto al segundo mapa, éste muestra la distribución de grupos, coincidiendo con la figura de *winners* (Figura 3.16). Así, se observa como el G2 queda representado en rojo arriba a la derecha, mientras que el G1 en azul, abajo y a la izquierda. El resto de mapas son la representación de cada una de las variables.

Cabe recordar que, para todos los mapas representados en la Figura 3.17, el mismo sujeto ocupa siempre una misma posición en el espacio (está siempre en la misma rejilla). Además que, cada uno de los mapas es la proyección de cada una de las variables analizadas sobre esa distribución. Así, es posible analizar las variables por separado, aunque todas se han incluido en un mismo cómputo para el análisis, y siempre para una misma distribución de los pacientes en las rejillas (como se expuso en la Figura 3.16).

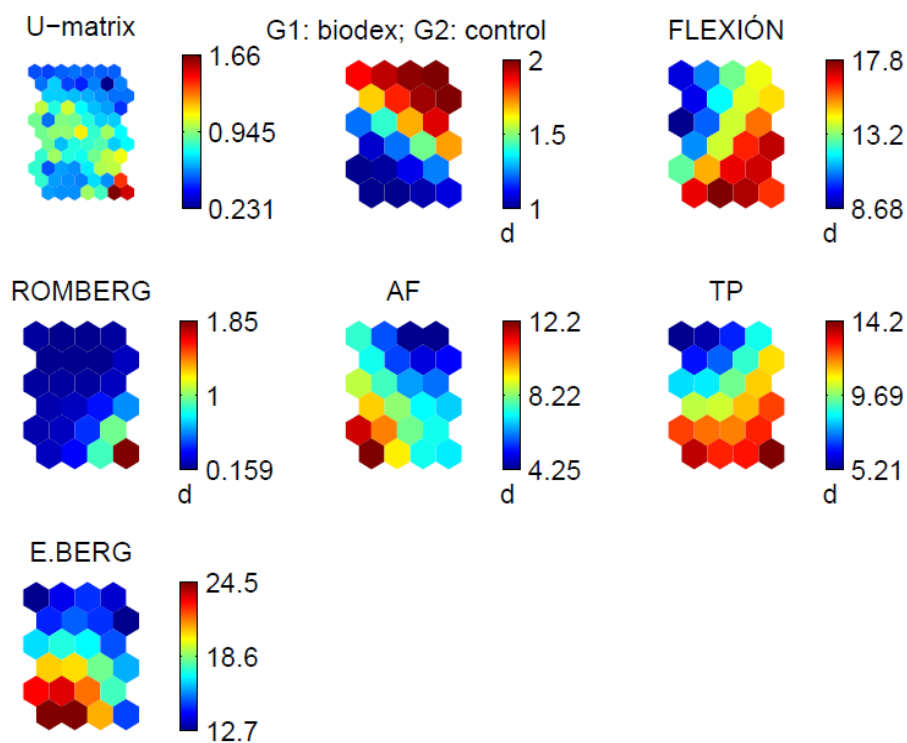


Figura 3-17. Representación de las proyecciones de cada variables sobre la distribución de pacientes en el mapa

En los mapas de las variables analizadas (FLEX, ROA, AF, TP, EBERG), el código de colores es el siguiente: **Rojo** significa **mayor mejoría** y **Azul** significa **menor mejoría** (en términos absolutos). Los colores intermedios representan

mejorías intermedias. Además, en las barras laterales quedan cuantificadas esas mejorías para cada variable y mapa, así como el valor de cada color.

Se comentan primero las variables AF y EBERG. Para este primer análisis se representan las variables por separado en la Figura 3.18, para un mejor entendimiento en este primer paso. En adelante, el resto de resultados, por simplicidad y evitar repeticiones, se comentarán en relación los mapas de la Figura 3.17.

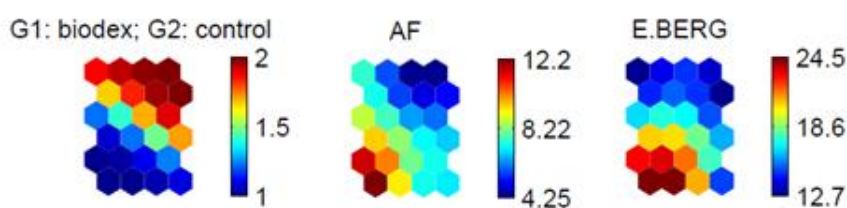


Figura 3- 18. Mapas de la distribución de pacientes (izquierda) y de la proyección de las variables EBERG (centro) y AF (derecha) con sus mejorías cuantificadas en términos absolutos sobre la distribución de pacientes

Así, en la mencionada Figura 3.18 se observa como los cuadros azules para las variables EBERG y AF están arriba y a la derecha, principalmente. Recordamos que azul significa menor mejoría, tal y como se indica en la barra lateral en términos absolutos. Si también recordamos bien el mapa de *winner* o bien atendemos a la distribución de los sujetos de cada grupo en el mapa de la izquierda de la misma figura, se observa cómo, precisamente, en esas posiciones se encuentran los sujetos del G2 (control). Sin embargo, las mayores mejorías (rejillas rojas) se encuentran en estos mapas abajo a la izquierda. Estas posiciones sabemos que se corresponden con sujetos del G1 (biodes). Por tanto podemos afirmar que los sujetos del G1 son los que obtienen mayores mejoras. Y que además, de todos los sujetos, los que

obtienen las menores mejorías son del G2. Por último, los resultados indican que estas dos variables están altamente relacionadas (o dicho de forma más técnica: correlacionadas), dadas las distribuciones que se dan sobre los mapas, que resultan ser muy similares.

Ahora sí, volviendo a la Figura 3.17, vamos a observar los resultados de las variables FLEX y TP. El análisis se ha realizado conjuntamente para estas variables ya que, de nuevo, se observa una amplia correlación de estas dos variables, como indica la distribución de colores similar de estos dos mapas.

Pese a que existen sujetos de ambos grupos con resultados similares, se puede deducir que, en cualquier caso, los mejores resultados (rojo) se encuentran en la parte de abajo. Esto quiere decir que las mayores mejorías en términos absolutos han sido conseguidas por sujetos del G1 (recordamos Figura 3.16, distribución de grupos). Además, los peores resultados (azul) se encuentran arriba y a la izquierda del mapa, que es donde, ciertamente, se encuentra un mayor número de sujetos del grupo G2 (control). Es cierto que hay sujetos de ambos grupos con mejorías cuantitativamente similares que quedan distribuidos por la parte central del mapa, pero lo que queda claro es que, las mayores mejorías, se consiguen para los pacientes con entrenamiento de equilibrio G1, mientras que las menores, para los del grupo control G2.

Por último, se analiza la variable ROA, que ha sido incluida por tener la mayor información con el mínimo número de variables posible para el análisis. Se observa claramente cómo, en este caso, las mejorías son indistintas del grupo, ya que todo el mapa es prácticamente azul. Eso sí, cabe resaltar como único apunte que la mayor mejoría la consiguen los sujetos representados en la neurona de abajo a la izquierda que, precisamente, se trata de una neurona donde se encuentran solamente sujetos del G1.

4. DISCUSIÓN

4.1 CONSIDERACIONES GENERALES

La evaluación de la postura se remite a un concepto de simetría entre los segmentos corporales en los planos y ejes anatómicos, deduciendo con todo ello, que una buena alineación, asume una buena postura. Sin duda, estos parámetros resultan ampliamente subjetivos a la hora de cuantificar una alteración de la postura y variarán necesariamente de un examinador a otro [181].

Por ello es tan importante integrar el uso de la posturografía o plataforma dinamométrica como un examen complementario a la evaluación postural, el cual es preciso y objetivo en la medición la misma.

En la presente tesis doctoral se han estudiado variables e indicadores del nivel de funcionalidad, de equilibrio y de fuerza, realizando finalmente una comparación de la efectividad de dos técnicas de tratamiento de fisioterapia distintas para la rehabilitación de la rodilla después de una ATR. Hemos utilizado como elemento diferenciador entre los dos grupos de tratamiento una plataforma dinamométrica o plataforma de fuerzas. Con ella, se ha realizado un examen de la postura a todos los sujetos medido con el índice de estabilidad y analizado con la plataforma. Además, uno de los grupos ha realizado un entrenamiento de equilibrio, de propiocepción y de fuerza, tanto en estática con la plataforma fija, como en dinámica con la plataforma móvil. Todo ello mediante el entrenamiento y control visual de su centro de gravedad en una plataforma dinamométrica, concretamente con la instrumentación *Biodex Balance System* de la marca comercial Enraf Nonius.

Adicionalmente, hemos abordado otros temas de interés como:

- La alteración de la estabilidad en sujetos intervenidos de ATR que muestran grandes déficits del equilibrio.
- El tipo de tratamiento fisioterápico pre-quirúrgico y post-quirúrgico, mediante la realización de ejercicios específicos
- La importancia de la posturografía como método de diagnóstico objetivable en el análisis de la postura, complementado con una anamnesis y exploración física.
- Finalmente, una encuesta telefónica para saber el grado de satisfacción percibido por el sujeto, a los cuatro y cinco años después de habersele realizado la intervención.

Este estudio mostró una mejora en la calidad de la función motora en la articulación de la rodilla después de una ATR, en parámetros tales como un aumento en la velocidad de la marcha, en el control postural y en el equilibrio, tanto del grupo del *Biodex Balance System* como del grupo control, después de haber realizado un programa de fisioterapia de cuatro semanas de duración.

Por otra parte, hay que tener en cuenta que la ATR parece tener efectos positivos sobre el equilibrio con leves mejoras en los resultados de la propiocepción y la cinestesia, debido a la reducción del dolor y de la inflamación de la articulación [182] [183].

Convencionalmente, el equilibrio durante una postura tranquila, su regulación y adaptación al medio, se basa en el tono postural y en los reflejos posturales que se generan por el sistema vestibular, visual y sistemas somatosensoriales donde se requieren niveles de control más altos. Sin embargo, las entradas somatosensoriales y visuales son suficientes para la regulación postural durante esta postura [26].

El control postural estático de ambos grupos en el T1 fue inferior que en el T2, especialmente en condiciones de ojos cerrados, donde se evidenció un

aumento en el déficit de equilibrio y una mayor dificultad para mantener el control postural. La mejora de la función motora y sensitiva en la etapa de T2, una vez realizado el tratamiento fisioterápico del programa de rehabilitación, permite obtener mejores puntuaciones en todas las variables, sobre todo en las de equilibrio, donde las mejoras en algunos casos han resultado ser estadísticamente significativas.

Todos los pacientes recibieron fisioterapia intrahospitalaria diaria al segundo día de la intervención. Ésta consistía en la realización de movilización pasiva continua, asistida y activa; se les ayudaba a la bipedestación y la deambulación por la habitación junto con la aplicación de crioterapia tres veces al día hasta el alta hospitalaria. Para finalizar, se les informaba por escrito de los ejercicios que debían realizar en casa tras el alta.

En cuanto a la MPC, existe numerosa bibliografía donde los resultados son bastante dispares. Esta controversia plantea un interrogante sobre la duración de cada sesión y el periodo de tratamiento. Donde la gran mayoría de estudios coinciden, es en que es un método eficaz y seguro de rehabilitación postoperatoria que, combinada con la fisioterapia, puede ofrecer resultados satisfactorios a corto plazo en las ATR.

La utilización de esta técnica en el post-operatorio indica a corto plazo resultados positivos, aunque no significativos, para la recuperación funcional del paciente, mejorando el balance articular y aumentando el trofismo de la musculatura del miembro inferior intervenido [184] [185] [186].

A largo plazo, entendiéndose con esto a un periodo posterior de entre seis y dieciocho meses, los estudios revisados coinciden en que no existen diferencias significativas entre la utilización o la no utilización del MPC, tanto desde un punto de vista funcional como de la sintomatología dolorosa, la

pérdida hemática, las complicaciones médicas o quirúrgicas y la rigidez crónica de la articulación de la rodilla.

No obstante, la prevalencia de la trombosis venosa profunda y de la aparición de tromboembolismos se reduce con la utilización de MPC, aunque no de forma significativa. Este tipo de sistemas se utiliza de forma general en los post-operatorios de las cirugías de ATR por no tener efectos secundarios que puedan poner en peligro la viabilidad de la prótesis ni la salud del paciente [184] [187] [185] [188] [189] [120].

Hoy en día, la calidad de vida es un indicador muy importante en la evaluación de los resultados sanitarios. Por este motivo, a los sujetos se les realizó un cuestionario telefónico pasados cinco años desde la intervención de ATR. Se trata de una versión del cuestionario WOMAC que mide la calidad de vida, en términos de sintomatología y discapacidad física, en personas con osteoartrosis de cadera o de rodilla. Como resultado final se plantea un cuestionario telefónico reducido compuesto por 11 ítems. Los resultados obtenidos del cuestionario fueron muy favorables, tanto por el estado actual de la prótesis como por el estado físico de los sujetos. La mayoría evidenciaron una alta capacidad para poder realizar todas las actividades de la vida diaria, siendo esto imposible antes de la cirugía, debido al dolor y a la impotencia funcional de la rodilla. Además, todos los pacientes coincidieron en sentir poco o ningún dolor y todos, excepto dos, estarían dispuestos a operarse de la otra rodilla y recomendarían éste tipo de cirugía debido al alto grado de satisfacción obtenido.

Según el cuestionario WOMAC reducido, la mayoría de los sujetos obtuvieron entre un grado leve y un grado moderado de minusvalía y discapacidad física. Sólo cinco tuvieron puntuaciones por encima de ocho, lo

que supone una minusvalía y discapacidad física extremadamente grave, y tan solo uno fue catalogado como muy grave.

Es posible afirmar que los resultados de la ATR después de un periodo de tiempo de cinco años de seguimiento es bueno e incluso, en algunos casos, excelente. Estos resultados son comparables con otro tipo de intervenciones, donde Frédéric Borrione *et al.* [190], en el 2011 informan de un total de 602 sujetos con ATR tipo Escorpio, donde 530 obtuvieron resultados muy satisfactorios. Esta información es similar a la proporcionada por Kolisek y Barnes [191], que mostraron resultados muy satisfactorios en el 96% de los casos para una muestra de 103 intervenidos de ATR, después de cuatro años de media de seguimiento. Del mismo modo, Abbas y Gunn [192] también indicaron resultados de buenos a excelentes en 116 de las 125 intervenciones totales de ATR analizadas.

Para que este cuestionario sea concluyente, es importante tener en cuenta el arco de movilidad conseguido de la ATR o, lo que es lo mismo, los grados de flexo-extensión que puede realizar la rodilla. En este estudio, después de haber realizado el protocolo de fisioterapia, la media obtenida para la flexión va desde los 95,5° para el G1 hasta los 92° del G2, consiguiendo una mejora de 13,30° y 12,75° respectivamente, siendo ambas mejoras estadísticamente significativas. Hoy en día existen dispositivos protésicos de alta flexión que pueden llegar alcanzar recorridos articulares que van de 100° a 115°. Esto es posible gracias a la eliminación adicional de 2 mm de hueso de la parte posterior de los cóndilos femorales. Debido a esto, se produce un aumento de la curvatura de la articulación durante actividades de alta flexión. En muchos modelos, el injerto tibial se modifica con un corte anterior para evitar el choque tendón rotuliano durante la flexión máxima [121]. Comparando estos resultados con otros autores, encontramos cierta concordancia entre los valores obtenidos. Laskin [122] y Huang y Su *et al.* [123]

estudiaron 80 y 50 intervenciones de ATR respectivamente, y encontraron una mejoría de 14° en la flexión en prótesis de alta flexión en comparación con los implantes tradicionales. Además, Weeden y Schmidt *et al.* [124] y Bin y Nam *et al.* [125] para una muestra de 50 y 180 intervenciones de ATR informaron de ganancias en la flexión de entre 12° y 6°, respectivamente.

Sin embargo, en la extensión existe una pérdida del recorrido articular en prácticamente todos los sujetos al inicio del tratamiento. Tras realizar la intervención, el grupo control tiene una mejoría de 8,35° con una media de -5° de extensión. En el G1 obtiene una mejoría de 7,5° respecto al inicio del tratamiento con una media final de 0° de extensión, pudiendo realizar la extensión completa de rodilla.

Respecto a las variables de equilibrio cabe decir que el sistema vestibular, el visual y la transferencia de información de receptores y propioceptores situados en los tendones, los músculos y la cápsula articular de la rodilla, disminuye con la edad y con la artritis, dando como resultado alteraciones del equilibrio y del control postural. Por tanto la edad, las enfermedades degenerativas de las articulaciones y el reemplazo de articulaciones, son factores que deterioran la propiocepción de la rodilla [193].

En nuestros resultados se demuestra que tres semanas después de una cirugía de ATR existe una alteración, con valores funcionales y de equilibrio muy por debajo de los considerados normales. Así, coincidimos con Chun-de Liao [111] *et al.* ya que en su estudio se recoge que en el primer mes después de una ATR existe una disminución del dolor, pero también que existe una probabilidad de producirse una caída del 45%. Hay que tener en cuenta que tras la primera semana después de la intervención es cuando se produce la mayor pérdida de fuerza del músculo cuádriceps [194] [109] [195] [196] y es también en el primer mes después de una intervención de ATR cuando

aparece una disminución del 88% en el rendimiento funcional. Esto es una consecuencia directa del procedimiento quirúrgico, que lleva consigo una inmovilización, una atrofia muscular, y debido al daño tisular y a la inflamación, se produce una inhibición neuromuscular. Coincidiendo en lo anteriormente comentado, en nuestro estudio encontramos que, transcurridas tres semanas de la cirugía de ATR, se produce una disminución de la fuerza con una media de 3 puntos sobre 5 en la escala de Kendal [197] en todos los pacientes, con un aumento de la misma de 5 sobre 5 gracias a la recuperación conseguida al final del tratamiento. Por otra parte, hemos utilizado un dispositivo de nueva generación para poder obtener el CP, con el BBS. El BBS es una plataforma circular, que tiene la posibilidad de estar en estática o de forma libre de movimiento en la dirección del eje medio-lateral y antero-posterior. Debido a los complejos mecanismos del circuito de control del equilibrio, el CP está sujeto a numerosos factores de influencia e interferencia. Sin embargo, al mismo tiempo, el sistema proporciona un ambiente perfecto para homogeneizar la medición. La prueba fue realizada a 40 sujetos donde se tomaron las medidas en posición de ROA y ROC con la plataforma en posición de estática, y el sujeto en bipedestación con la cabeza al frente y sin calzado. A partir de aquí los resultados revelan mejores resultados en cuanto al índice de estabilidad en ambos grupos del ROA respecto al ROC, coincidiendo con el resto de autores, verificándose que el sistema óptico proporciona estabilidad contribuyendo en gran medida al control del equilibrio [216] [217] [218]. Además se consiguen mejoras cuantitativamente superiores en los resultados de la variable ROA en el grupo con entrenamiento en plataforma de equilibrio que en los del grupo control, pero estas no son significativas.

También Stan S. *et al.* [109], en 2013 realizaron un estudio donde se utilizó una plataforma de fuerza para cuantificar el control del equilibrio antes y después de una ATR. Igualmente valoran los test de ROA y ROC dos días

antes y siete días después de la cirugía de ATR, con la plataforma de equilibrio firme y estable. Al final del estudio demuestran que existe una mayor alteración del equilibrio en los sujetos que no han realizado ningún tipo de entrenamiento después de una ATR que en los sujetos pre-operados. Los resultados de ROA y de ROC realizados a nuestros sujetos tres semanas después de la intervención, demostraron un deterioro del equilibrio muy importante, que incluso se ratificaba con la variable EBERG con puntuaciones muy por debajo de las consideradas normales.

Es importante recordar que aparece una disminución de la fuerza después de una ATR que resulta ser un factor importante para la estabilidad de la articulación. Esto unido a la técnica quirúrgica que resulta de lo más invasiva, junto a la edad de los sujetos que es avanzada, tenemos como resultado final una alteración del control postural con una debilidad generalizada. Esta alteración del equilibrio mejora meses después de realizar un programa de rehabilitación con resultados más satisfactorios que los preoperatorios.

En 2004, Swanik Buz *et al.* [198], realizaron un estudio con 20 sujetos intervenidos de ATR donde se analizó el umbral para detectar movimiento de la articulación y la capacidad del sujeto para mantener el equilibrio sobre una plataforma donde fueron evaluados antes y, al menos, seis meses después de la operación. Se obtuvieron mejoras leves en la propiocepción, en la cinestesia y en el equilibrio. Estos cambios pudieron ser debidos al estiramiento de las estructuras capsulo-ligamentosas, y a la disminución del dolor y de la inflamación.

En cuanto a los estudios centrados en la recuperación funcional y del equilibrio destaca uno realizado en 2011 de Michel J. *et al.* [110], con una muestra de sujetos de tres semanas de evolución desde la cirugía de ATR

realizan una intervención de 2 meses de duración con dos grupos de tratamiento. Al primer grupo se le aplicó un programa de rehabilitación muy similar al propuesto en nuestro estudio, basado en la ejecución de ejercicios con aumento de cargas, y combinado con ejercicios de equilibrio y propiocepción. Por otro lado, se realizó un análisis a un segundo grupo de tratamiento con un programa de rehabilitación convencional para realizar los ejercicios a nivel domiciliario. Los resultados demostraron que una rehabilitación más intensa con mayor carga de trabajo, aumenta significativamente la fuerza y las funciones de caminar y subir y bajar escaleras a corto y largo plazo, en comparación con una fisioterapia más conservadora con una carga menor de ejercicio. Finalmente, coincide con nuestro estudio en cuanto a la utilización de ejercicios de fisioterapia con un trabajo activo contra resistencia y con aumento de cargas progresivas junto con ejercicios de equilibrio, donde se consigue en el corto plazo, mejorar el estado funcional del paciente.

Moffet H. *et al.* [149], realizaron en 2004 una intervención con un programa de rehabilitación intenso, donde el tipo de trabajo y calentamiento, junto con la duración y tiempos de descanso del mismo, coinciden con nuestra intervención. Utilizaron para realizar ejercicios de fortalecimiento y resistencia contra gravedad (isométricos, contracciones dinámicas concéntricas y excéntricas), con una duración que oscila entre los 5 y 10 min en la fase de calentamiento hasta 1 h en la fase de trabajo. Se obtuvieron mejoras en la capacidad funcional y la disminución del dolor y un aumento del rango articular entre un 9% y un 16%, tanto a corto como a medio plazo. Además, en nuestra intervención, conseguimos una mejoría cuantitativamente superior en cuanto al rango de mejora tanto de la flexión como de la extensión.

Asimismo Stevens *et al.* [199], también observaron en 2011 mejores resultados en los programas de alta intensidad frente a los programas más

tradicionales de baja carga de trabajo después de una ATR. Michel J *et al.* [200], en el primer grupo se realizan ejercicios de contra resistencia progresiva y en el segundo, ejercicios de contra resistencia excéntrica. En los resultados finales aparece un aumento de la velocidad de la marcha y un aumento de la capacidad de subir y bajar escaleras. Además el grupo de contra resistencia excéntrica consigue una mayor ganancia de fuerza y volúmenes. Otros autores encuentran una disminución en la velocidad de la marcha y de la acción de subir y bajar escalares de un 18% y de un 51% respectivamente incluso a los doce meses después de la intervención, en comparación con los controles [110] [201] [202].

Más reciente es el estudio de Chun-De Li. *et al.* [111], donde realizan en 2013 con tres grupos de sujetos y edades comprendidas entre 50 y 85 años, una intervención de 8 semanas de duración y dos tomas de medida, una al principio y la otra al final del tratamiento. Los resultados finales muestran que el primer grupo de intervención consigue resultados más significativos que el del grupo con ejercicios domiciliarios. Respecto al grupo de intervención con fisioterapia convencional, obtienen una mejoría del rendimiento físico y de la puntuación WOMAC en ATR entre el tercer y sexto mes después de la intervención al igual que el estudio llevado a cabo por Bade *et al.* [201].

Piva S *et al.* [203], realizan en 2010 una intervención similar a la nuestra comparando dos grupos de intervención: un grupo, con un programa normal de rehabilitación que, consta de unos ejercicios de calentamiento, fortalecimiento muscular, y ejercicios resistidos. El otro grupo, con un programa de rehabilitación con ejercicios de fortalecimiento de equilibrio y propiocepción donde se realizan intervenciones como la velocidad de la marcha, Test Time Up and Go, PUP y PT. Todos los pacientes realizan 12 sesiones individuales de rehabilitación en 6 semanas de tratamiento, y una vez terminado este periodo, siguen en domicilio durante 4 meses más. Los

resultados, al igual que los nuestros, además de mejorar el rango articular y disminuir el dolor evidencian una mejora en la velocidad de la marcha de un 94% y un aumento en la PT de más de 10 s. La mayoría de las mejoras tienen lugar entre el tercer y el cuarto mes después de la cirugía, y el caso de un programa de ejercicios para trabajar el equilibrio, son más eficaces varios meses después de la de ATR. En cambio, los resultados de nuestro estudio hay que destacar las mejoras conseguidas a nivel funcional y del equilibrio a corto plazo, realizando una sesión individual diaria durante un periodo de 4 semanas. En nuestra intervención realizamos un mayor número de sesiones en un menor tiempo de tratamiento. También, el sujeto comienza antes con los ejercicios desde que le realizaron la cirugía.

Sin embargo, en 2010 Kauppila A. *et al.* [204] no encuentran una mejora en la recuperación funcional y en la calidad de vida comparando un programa de rehabilitación multidisciplinar respecto a otro dirigido desde casa. Se obtiene una mejora significativa de ambos grupos a los 12 meses tanto de la función como en la disminución del dolor, además, de mejorar en las pruebas de caminar durante 15 min subir y bajar escaleras, la fuerza muscular y calidad de la contracción isométrica.

Magdalena W. *et al.* en 2011 realizó un programa de fisioterapia cuyo periodo de tiempo después de la cirugía es coincidente al propuesto por nuestro estudio. En este caso al igual que Kauppila A. *et al* [106] comparó un programa de tratamiento a realizar en domicilio frente a otro programa hospitalario después una ATR con una media de 9 días de ingreso. La medición de la fuerza se realiza según Lovett y el rango articular se mide con un goniómetro universal. Los resultados obtenidos fueron mejores en ambos grupos después de realizar la fisioterapia, aunque estos no fueron significativos.

Si nos centramos en los resultados de las variables de equilibrio analizadas en el estudio, son varias las intervenciones realizadas al respecto.

En primer lugar, hemos utilizado la escala de Catherine Berg conocida como Escala de Berg. Resulta una prueba que junto con la prueba de andar 10 m de forma cronometrada y la prueba de alcance funcional, son muy útiles para evaluar el control del equilibrio [205] [206]. Se ha utilizado en varios estudios para valorar el equilibrio [207] [208] [209] en los que se observó una diferencia significativa de 2,72 puntos en los tres estudios (n=126) justo después de la intervención con ejercicios con resultados que indican mejor capacidad para mantener el equilibrio en los grupos con ejercicios. En 2005, Wolf *et al.* [210] realizaron una intervención con 77 sujetos durante cuatro semanas realizando ejercicios de equilibrio. Los resultados demuestran que existe una mayor tendencia en la capacidad de mantener el equilibrio en los sujetos que realizan intervenciones con ejercicios, pero esta tendencia desaparece con el tiempo, al volver medir a los sujetos al año de la intervención (n=49). En nuestros resultados obtenemos mejorías significativas en ambos grupos de intervención, pero además el grupo de trabajo con plataforma obtuvo una mejoría superior cuantificada en 5,85 puntos de diferencia con respecto al control, siendo esta también significativa.

Respecto a la prueba de marcha cronometrada, hemos realizado el conocido como *Test the Time Up and Go* o TP. Ésta, además del equilibrio, nos permite valorar la velocidad de la marcha y la capacidad de realizar la deambulación en las personas de edad avanzada. En estudios realizados en personas de edad avanzada sanas, se obtienen una media para realizar la prueba que no supera los 13 s, apareciendo un riesgo de caída en las personas que tardan más de 13,5 s en realizarla [211] [212].

Se coincide con Chun-De- Li. et al. [141]), Bade M. et al. [201] y Piva S. et al. [203], ya que todos ellos realizan intervenciones sobre la velocidad de la marcha con mejoras de las mismas. En nuestra intervención y después del tratamiento con programas de trabajo de alta intensidad conseguimos un aumento en la velocidad de la marcha con mejoras en ambos grupos, concretamente de 0,12 m/s en el G1 y 0,159 m/s en el G2, siendo las dos estadísticamente significativas. El tiempo en realizar la prueba indica una mejoría de 11,70 s para el G1 y de 9,30 s para el G2. Los tiempos son superiores a los 13,5 s mencionados anteriormente, lo cual es indicativo, ya que en estos sujetos la probabilidad de sufrir una caída las primeras semanas después de la ATR es bastante elevada, coincidiendo con Liao y Johnson [111] [213].

Una tercera prueba de equilibrio es el AF donde se han conseguido mejorías, siendo estas significativas inmediatamente después a las intervenciones con ejercicios [214] [215]. Igualmente encontramos diferencias significativas en ambos grupos con distancias más cercanas a la pared y aumentando su AF después de la intervención con ejercicios.

En definitiva, con el estudio se ha conseguido demostrar que en ambos grupos se consiguen mejores índices de estabilidad después de dos meses de una cirugía de ATR, tras aplicar un protocolo de fisioterapia combinado con ejercicios para mejorar la estabilidad y la propiocepción en pacientes que debido a la intervención presentan de por sí una alteración del equilibrio muy importante [219].

4.2 LIMITACIONES DEL ESTUDIO

En el estudio realizado consideramos la existencia de limitaciones a tener en cuenta en futuras intervenciones, las cuales enumeramos a continuación:

1. Los sujetos no fueron evaluados en el preoperatorio para poder observar los cambios producidos por el impacto de la cirugía.
2. El pequeño tamaño de la muestra, recomendando en futuras intervenciones ampliar el número de ATR en el estudio.
3. Debido a circunstancias ajenas al estudio, el tiempo del protocolo de fisioterapia, es de 4 semanas de duración. Consideramos que sería interesante ampliar el número de semanas para futuros estudios.
4. No haber realizado el seguimiento a los 6 meses y un año y medio después de la cirugía puede negarnos datos interesantes en la evolución de las ATR.
5. Hubiera sido interesante la evaluación del dolor de todos los sujetos antes y después de la cirugía mediante la Escala Visual Analógica (EVA). Lo recomendamos en futuros estudios para poder comprobar la efectividad de los protocolos realizados en relación al dolor.

5. CONCLUSIONES

5.1 CONCLUSIONES

1. El trabajo con plataforma dinamométrica junto con el protocolo de fisioterapia, consigue mejores resultados con respecto al equilibrio y a la velocidad de la marcha, que el realizado solo con ejercicios sin plataforma.
2. Los pacientes intervenidos de artroplastia total de rodilla, presentan una importante alteración tanto a nivel funcional como del equilibrio, con un alto riesgo de sufrir una caída.
3. El protocolo de fisioterapia utilizado en este estudio, basado en un trabajo con cargas progresivas junto con ejercicios de propiocepción y plataforma de equilibrio, mejoran, a corto plazo, la función articular y muscular.
4. El programa de fisioterapia utilizado en este estudio, a corto plazo, mejora el recorrido articular de la articulación de la rodilla después de una ATR, con recorridos totalmente funcionales que oscilan entre los 90 y 105 grados.
5. La Artroplastia total de rodilla es una cirugía que proporciona buenos resultados a medio y a largo plazo, además de un alto grado de satisfacción por parte del paciente.

6. BIBLIOGRAFÍA

6.1 BIBLIOGRAFÍA

- [1] R. G. Evans, K. M. McGrail, S. G. Morgan, et al. Apocalypse no: population aging and the future of health care systems. *Canadian Journal on Aging*. Vol. 20, nº 1, p. 160-91, 2001.
- [2] ONU. División de Población del Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de la Secretaría de las Naciones Unidas. *World Population Prospects*: Nueva York: Naciones Unidas, 2007.
- [3] I. Albaran, G. Alonso. LA POBLACIÓN DEPENDIENTE EN ESPAÑA: ESTIMACIÓN DEL NÚMERO Y COSTE GLOBAL ASOCIADO A SU CUIDADO. *Estudios de Economía*. Vol. 36, nº 2, p. 127-163, 2009.
- [4] L. Kotlikoff, J. C. Hagist. Who's going broke? Comparing healthcare costs in ten OECD countries. *NBER Working Paper*, 2005.
- [5] E. P. Committee. Budgetary challenges posed by ageing populations: the impact on public spending on pensions, health and long-term care for the elderly and possible indicators of the long term sustainability of public finances. *European E*, 2005.
- [6] G. Abio Roig y G. Abio Roig. Population Ageing and the Sustainability of the Spanish National Health System: Some Financial Policy Alternatives", *The Geneva Papers on Risk and*

- Insurance-Issues and Practice. Vol. 31, p. 557-580, 2006.
- [7] ONU. United Nations. Population Division. World Population Ageing 1950-2050. 2002.
- [8] C. B. Esteban. Tratamiento y estudio de las prótesis de rodilla. *Fisioterapia*. Vol. 20, p. 164-70, 1998.
- [9] E. Pages, J. Iborra , N. Jou, et al. Prótesis total de rodilla. Valoración funcional y satisfacción personal del paciente a los cinco años. *Rehabilitación*, p. 35;3-8, 2001.
- [10] M. Riu, J. M. Minuesa. Evaluación del impacto asistencial de la puesta en funcionamiento de una unidad funcional de artroplastia de rodilla. *Gaceta sanitaria*, p. 23(5); 444-447, 2009.
- [11] A. Alepuz, V. Serra. Artroplastias de cadera y rodilla en Cataluña desde 1994 a 2005. *Gaceta Sanitaria*, p. 22(6); 290-308, 2008.
- [12] L. Carmona, J. Ballina, Gabriel R, et al. The burden of musculoskeletal diseases in the general population of Spain: results. *Ann Rheum Dis*. Vol. 60, 2001.
- [13] E. Trujillo, C. Rodriguez, P. Rojas, et al. *Revista Española de reumatología*, p. 27; 181, 2000.
- [14] J. B. Carmona, R. Gabriel, A. Laffon. The burden of musculoskeletal diseases in the general population of Spain: results from a national survey *Ann Rheum Dis*. p. 60; 1040-5, 2001.

- [15] S. Castiella, M. A. López, J. No, L. Garcia, et al. Artroplastia de rodilla. *Servicio de Medicina Física y Rehabilitación. Hospital Universitario Juan Canalejo. Medicina Familiar y Comunitaria. UAP de Malpica. La coruña.* p. 41(6); 290-308, 2007.
- [16] M. D. Scott, M. D. Lee. Rehabilitation for Total Joint Arthroplasty. *Medical journal*, 2013.
- [17] D. Dieppe. Management of osteoarthritis of the hip and knee joints. *Current opinion in rheumatology*. Vol. 4, nº 5, p. 487-493, 1993.
- [18] L. Gossec, G. Hawker, M. Davis, et al. Omeract/Oarsi initiative to define states of severity and indication for joint replacement in hip and knee osteoarthritis. *The journal of rheumatology*. Vol. 6, nº 34, p. 1432-35, 2007.
- [19] S. Castiella, M. A. López. Artroplastia de rodilla. *Rehabilitacion*. Vol. 41, p. 290-308, 2007.
- [20] M. Riu, J. M. Minuesa. Evaluación del impacto asistencial de la puesta en funcionamiento de una unidad de artroplastia de rodilla. *CIBER de Epidemiología y Salud pública (CIBERESP), España*. Vol. 23, nº 5, p. 444-447, 2009.
- [21] S. Tenny, S. York, Benson C, et al. Does shortened length of hospital stay affect total knee arthroplasty rehabilitation outcomes?. *Arthroplasty*, p. 20(6 suppl 3); 39-45, 2005.
- [22] J. Lavernia C, F. GuzmanJ, A. Gachupin G. Coste effectiveness and quality of life in knee arthroplasty. *Clin Orthop*. p. 345:

- 134-9., 1997.
- [23] A. Lizaur, F. Miralles, R. Elias. La calidad de vida tras la artroplastias totales de cadera y rodilla. *Rev Orthop Traumatol.*, p. 1; 31-5, 2002.
- [24] F. Buechel F, J. Pappas M. New Jersey LCS knee replacement: 10 years evaluation of meniscal bearing. *Orthop Clin North Am.*, nº 20, p. 147-177, 1989..
- [25] J. Polyzoides A, K. Dendrions G, H. Tsakonas. The rotaglide total knee arthroplaasty.Prothesis desing and early results. *Arthroplasty.*, p. 11; 453-459, 1996..
- [26] L. Pais J, L. Gonzalez M. Estudio comparativo de movilidad y fisioterapia entre una artroplastia de meniscos móviles (MBK) y una estabilizadora posterior (LPS). Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología del Hospital Universitario de Canarias. Tenerife. *Revista de Ortopedia y traumatología. Vol 45*, p. 118-122, 2005.
- [27] D. Sala, R. López, F. Argüelles, F. Gomar. Resultados preliminares de la protesis total de rodilla; Performance. Injerto tibial versus rotatorio. *Servicio de Cirugía Ortopédica Traumatológica del Hospital Clinic Universitari de València. Vol. 40*, p.221, 2005.
- [28] E. Parent, H. Moffet. Preopetive predictors of locomotor ability two months after total knee arthroplasty for severe osteoarthritis. *Arthritis and rheumatism. Vol. 1*, nº 49, p. 36-50, 2003.

-
- [29] L. Mizner R, C. Petterson S, E. Stevens J, et al. Preoperative quadriceps strength predicts functional ability one year. *The Journal of rheumatology*. Vol. 8, nº 32, p. 1533-1539, 2005.
- [30] D. Shelborne K, T. Gray. Minimum 10-year results after anterior cruciate ligament reconstruction: how the loss of normal knee motion compounds other factors related to the development of osteoarthritis after surgery. *Am Journal Sports med*. Vol. 3, nº 37, p. 471-480, 2009.
- [31] C. Jones A, et al. Health related quality of life outcomes after total hip and knee arthroplasties in a community-based population. *J Rheumatol 2000;27:1745-52*. Vol. 27, p. 1745-52, 2000.
- [32] G. Hawker, Wright J, Coyote P, et al. Health-related quality of life after knee replacement. *J Bone Joint Surg Am*. Vol. 80, p. 163-73., 1998.
- [33] P. Sancho M, S. Pacheco D, R. Gómez E. Estudio descriptivo sobre artroplastia de rodilla; tratamiento rehabilitador us no tratamiento. *Avances en Traumatología.*, p. 35(3); 182-187, 2005.
- [34] C. Noble P, J. Gordon M, M. Weiss J, N. Reddix, et al. Does total knee replacement restore normal knee function?. *Clin Orthop Relat Res*, p. 157-165, 2005.
- [35] M. Silva, F. Shepherd, O. Jackson, et al. Knee strength after total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*. Vol. 18, p. 605-611, 2003.

- [36] P. Murray, R. Gore, H. Laney, et al. Kinesiologic measurements of functional performance before and after double compartment Marmor knee arthroplasty. *Clin Orthop*. Vol. 173, p. 191-9, 1983.
- [37] L. Mizner, C. Petterson, E. Stevens, et al. Early cuadriceps strength loss after total knee arthroplasty. The contributions of muscle artophy and failure of voluntary muscle activation. *J Bone Joint Surg*, p. 87A; 1047-53, 2005.
- [38] J. Bade , M. Kohrt, E. Stevens-Lapsley. Outcomes before and after total knee arthroplasty compared to healthy adults. *J Orthop Sports Phys Ther*. Vol. 40, p. 559-67, 2010.
- [39] E. Stevens, E. Balter, M. Kohrt, et al. Quadriceps and hamstrings muscle dysfunction after total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. Vol. 468, p. 2460-8, 2010.
- [40] R. Joseph, A. Michael. RCesleianrcihc aartilc lepredictors of elective total joint. *Bio Medical Central Musculoskeletal Disorders*, 2010.
- [41] D. Brandt, P. Dieppe, L. Radin. Etiopathogenesis of osteoarthritis. *Rheum Dis Clin North Am*. Vol. 34, nº 3, p. 531-59, 2008.
- [42] R. Marks, A. Quinney, J. Wessel. Proprioceptive sensibility in women with normal and osteoarthritic knee joints. *Clin Rheumatol*. Vol. 12, nº 2, pp. 170-5, 1993.

- [43] B. Hassan, S. Mockett, M. Doherty. Static postural sway, proprioception and maximal voluntary quadriceps contraction in patients with knee osteoarthritis and normal control subjects. *Ann Rheum Dis.* Vol. 60, nº 6, p. 612-8, 2001.
- [44] S. Kim, H. Yu, D. Yoo, et al. Balance control and knee osteoarthritis severity. *An Rehabil Med.Med.*, vol. 35., nº 5, p. 701-9, 2011.
- [45] G. Stan, H. Orban, C. Orban, et al. The Influence of Total Knee Arthroplasty on Postural Control. *Chirurgia.* Vol. 108, nº 6, p. 874-878, 2014.
- [46] R. piva S, B. Gil A, J. Almeida, et al. A balance exercise program appears to improve function for patients with total knee arthroplasty: a randomized clinical trial. *Physical therapy*, p. 880-894, 2010.
- [47] M. Wada, H. Kawahara, S. Shimada, et al. Joint proprioception before and after total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* Vol. 403, p. 161–167., 2002.
- [48] E. Finch, M. Walsh, G. Thomas, et al. Functional ability perceived by individuals following total knee arthroplasty compared to age-matched individuals without kneedisability. *J Orthop Sports Phys Ther.* Vol. 27, p. 255–263, 1998.
- [49] J. Viton, L. Atlani, S. Mesure, et al. Reorganization of equilibrium and movement control strategies after total knee arthroplasty. *J Rehabil Med.* Vol. 34, p. 12–19, 2002.

- [50] R. Piva, B. Gil, J. Almeida, et al. A balance exercise program appears to improve function for patients with total knee arthroplasty: a randomized clinical trial. *Phys Ther*. Vol. 90, p. 880-894, 2010.
- [51] P. Andriachi T, O. Galante J, W. Fermier. The influence of total knee-replacement on walking and stair-climbing. *J Bone Joint Surg Am*. Vol. 64, p. 1328–1335, 1982.
- [52] J. McClelland P, J. Zeni JR, M. Ross, et al. Functional and Biomechanical Outcomes After Using Biofeedback for Retraining Symmetrical Movement Patterns After Total Knee Arthroplasty: A Case Report. *J Orthop Sports Phys Ther*. Vol. 42, nº 2, p. 135–144, 2012.
- [53] J. Climent. Interés de la posturografía en el diagnóstico y tratamiento del vértigo y el desequilibrio en especialidades médico-quirúrgicas. *Rev de Biomecánica*, p. 11-18, 2003.
- [54] R. Rocabado, V. Roman. Analisis del centro de presiones en posturografía en pacientes con síndrome de dolor lumbar crónico. *Universidad de Chile. Facultad de Medicina. Escuela de Kinesiología*, 2004.
- [55] R. Kandell. Principles of Neural Science, MacGraw-Hill; 41; 816-31, 2000.
- [56] A. Shumway, H. woollacott. Control of posture and balance en: motor control. Theory and practical applications. *Williams& Wilkins. Baltimore*, p. 119, 1995.

-
- [57] A. Winter D. Human balance and posture control during standing and walking. *Gait and Posture*. Vol. 3, p. 193-214, 1995.
- [58] F. Peiró, J. Baydal, M. Viñas. Evaluación y rehabilitación del equilibrio mediante postrurografía. *Rehabilitación*, p. 39 (6); 315-323, 2005.
- [59] J. Callaghan J, N. Insall J, S. Greenwald A, et al. Mobilebearing knee replacement concepts and results. *J Bone Joint Surg*. Vol. 82A, p. 1020-41, 2000.
- [60] B. Paeth R, Experiencias con el concepto Bobath: fundamentos, tratamiento y casos, Buenos Aires: Médica Panamericana, 2006.
- [61] M. Gagey, B. Weber, Posturología: regulación y alteraciones de la bipedestación. Masson, 2001.
- [62] A. Winter. Notor mechanism of balance during quiet standing. *Journal of Electomyography*. Vol. 13, p. 49-56, 2003.
- [63] H. Wallman. Orthopaedic physical therapy clinics of north americabalance. Ed Saunders, 2002.
- [64] P. Paul. History and fundamentals of gait analysis. *Biomedical materials and engineering*, p. 123-125, 1998.
- [65] S. Collado. Marcha: historia de los procedimientos de análisis,» *Biociencias*, 2004.
- [66] M. Merriman L y R. Tollafield D, Assessment of the lower limb, Churchill Livingtone, 1995.

- [67] M. Nuñez, L. LLanos. *Biomecánica, Medicina y cirugía del pie*, Barcelona: Masson, 1997.
- [68] D. Pérennou, P. Decavel, P. Manckoundia, Y. Penven. Evaluation of balance in neurologic and geriatric disorders. *Ann Readapt Med Phys*, nº 48, p. 317-335, 2005.
- [69] R. Kaufman K. Objective assessment of posture and gait. *Clinical disorders of balance, posture and gait*, pp. 130-146, 2004.
- [70] R. Bonier. Posture et posturographie. *Acta Otorhinolaringol Belg*, p. 43; 593-7, 1989.
- [71] B. Sorrells R. The rotating platform mobile bearing TKA. *Orthoadics*, p. 19; 796, 1996.
- [72] O. Aleman. Interés en la posturografía en el diagnóstico y en el tratamiento del vértigo y el desequilibrio en especialidades médico-quirúrgicas. *Rev Biomecánica*, p. 11-18, 2003.
- [73] R. Barona de Guzman. Interés de la posturografía en el diagnóstico y tratamiento del vértigo y el desequilibrio en especialidades médico-quirúrgicas. *Rev Biomecánica*, p. 11-14, 2003.
- [74] S. Peiró. Atlas de variaciones en la práctica médica en el sistema nacional de salud. Vol 1. 2005.
- [75] J. Iborra, E. Pages, B. Romero, A. Cuxart. Efecto del ejercicio sobre las protasis articulares. *Rev Rehabilitación*, p. 37; 391-6, 2003.

- [76] S. Josa, J. De Palacios. Cirugía de rodilla. Barcelona: Jims, 1995.
- [77] B. Cruz. Tratamiento y estudio de las prótesis de rodilla. *Rev de fisioterapia*. Vol. 20, p. 164-70, 1998.
- [78] M. Arcas. Manual de fisioerapia. vol. 9, Ed. Mad S.L. p. 438-439, 2004.
- [79] D. Hernandez. La artroplastia total de rodilla. Una década de expectativas. *Rev Orthop Traumatol*, nº 2, p. 222-5, 1991.
- [80] M. Comín, A. Gómez, C. Ateinza , R. Dejoz, et al. Estudio de la estabilidad primaria in vitro del componente tibial de prótesis de rodilla no cementado en función del tipo de fijación. *Rev Orthop Traumatol*. Vol 42. p; 47-52, 1996.
- [81] J. Cardona. Aportación a la densitometría ósea en las artroplastias de rodilla. *Rev Esp Cir Oteoarticular. Servicio de traumatología y cirugía ortopedica del Hospital Arnau de Vilanova*. Vol 28. p. 271-275, 1993.
- [82] C. Miralles R, I. Miralles. Biomecánica clínica de las patologías del aparato locomotor. Masson. p. 124-138, 2007.
- [83] G. Hawker, J. Wright, P. Coyete, et al. Health-related quality of life after knee replacement. *J Bone Joint Surg Am*. Vol. 80. nº A, p. 163-73, 1998.
- [84] D. Hernandez V, J. Cerveró S, M. De Cima, et al. Resultados de las artroplastias de rodilla ¿Coinciden la opinión del cirujano y del paciente?. *Rev. esp. cir. ortop. traumatol*. Vol. 52, p. 295-9,

2008.

- [85] F. Montgomery, M. Eliasson. Continuous passive motion compared to active physical therapy after knee arthroplasty, similar hospitalization times in a randomized study of 68 patients. *Acta Orthop Scand*, p. 67; 7-9, 1996.
- [86] I. Sanchez B, A. Ferrero M, J. Aguilar, et al. Manuel Sermeff de rehabilitacion y medicina física 23 ed. Panamericana, p. 300-301, 2006.
- [87] M. Schiavijone, S. Cerciello. Stiffness in total knee arthroplasty. *J Orthopaed Traumatol*, nº 10, p. 111-118, 2009.
- [88] D. Daluga, V. Lombardi, H. Mallory, et al. knee manipulation following total knee arthroplasty: analysis of prognostic variables. *J Arthroplasty*, nº 6, p. 119–128, 1991.
- [89] N. Esler C, K. Lock, M. Harper, et al. Manipulation of total knee replacements. Is the flexion gained retained?. *J Bone Joint Surg Br*, p. 27-29, 1999.
- [90] I. Fernandez. Actualizaciones en cirugía ortopédica y traumatología 4ª edición. Masson: 33-51, 2008.
- [91] H. Gonzalez, O. Mekhail A. The Failed total knee arthroplasty. Assessment and etiology. *J Am Scand Orthop Surg*, p. 12: 436-96, 2004.
- [92] L. Mulhall K. Actuales causas etiológicas y tipos de fallo en los recambios protésicos de rodilla. *Clin. Orthop Relat*, p. 446: 45-

- 50, 2006.
- [93] P. Christensen C, J. Crawford J, D. Olin, et al. Revision of stiff total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*, nº 17, p. 409-415, 2002.
- [94] S. Laskin, B. Beksac. Stiffness after total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*, p. 41-45, 2004.
- [95] J. Star M, R. Haufman K, E. Irby, et al. The effects of patellar thickness on patellofemoral forces after resurfacing. *Clin Orthop*, nº 322, p. 279-284, 1996.
- [96] E. Figgie H, M. Goldberg V , G. Heiple, et al. The influence of tibial-patellar location on function of the knee in patients with posterior stabilized condylar knee prosthesis. *J Bone Joint Surg*, nº 68A, p. 1035-1040, 1986.
- [97] S. Kuster, W. Stachowiak G. Factors affecting polyethylene wear in total knee arthroplasty. *Orthopedics*. Vol. 2, nº 25, p. S235-S242, 2002.
- [98] M. Kerkhoffs, et al. The Influence of Obesity on the Complication Rate and Outcome of Total Knee Arthroplasty. *J Bone and Joint Surg Am. Joint Surg Am*. 2012;94:1839-44.Vol. 94, p. 1839-44., 2012.
- [99] S. Kuster M. Exercise recommendations after total joint replacement: a review of the current literature and proposal of scientifically based guidelines. *Sports Med*. Vol. 7, nº 32, p. :433-445, 2002.

- [100] A. Singh, et al. Smoking as a risk factor for short-term outcomes following primary total hip and total knee replacement in veterans. *Arthritis Care and Research*. Vol. 10, nº 63, p. 1365-1374, 2011.
- [101] T. Moffet P, J. Collet, H. Stanley, et al. Effectiveness of Intensive Rehabilitation on Functional Ability and Quality of Life After First Total Knee Arthroplasty: A Single-Blind Randomized Controlled Trial. *Phys Med Rehabil*. Vol. 85, p. 546-555, 2004.
- [102] I. Williams J, L. Thomas H, R. Arshinoff, et al. The burden of waiting for hip and knee replacements in Ontario. *J Eval Clin Pract*. Vol. 3, p. 59-68, 1997.
- [103] L. Healy W, R. Iorio, M. Lemos. Athletic activity after total knee arthroplasty,» *Clin Orthop Relat Res*, nº 380, p. 65-71, 2000.
- [104] S. Bauman, D. Williams, D. Petruccelli, et al. Physical activity after total joint replacement: a cross-sectional survey. *Clin J Sport Med*. Vol. 2, nº 17, p. 104-108, 2007.
- [105] L. Healy W, S. Sharma, B. Schwartz, et al. Athletic activity after total joint arthroplasty. *Bone Joint Surg Am.*, vol. 90, nº 10, p. 2245-52, 2008.
- [106] A. Kauppila, A. Hämäläinen , p. Mäki, et al. Multidisciplinary rehabilitation after primary total knee arthroplasty; a randomized controlled study of its effects on functional capacity and quality of life. *Clin Rehabil*, p. 24; 398-411, 2010.

-
- [107] C. Mitchell, J. Walker, S. Walters, et al. Cost and effectiveness of pre-and post-operative home physiotherapy for total knee replacement: randomized controlled trial. *J. Eval Clin Pract*, p. 11; 283-292, 2005.
- [108] T. Collins, J. Herness, Martenas, et al. Medicare prospective payment before and after implementation. A review of visits and Physical Performance among Medicare home health patients after total knee replacements. *Home Health Nurse*, p. 25; 401-407, 2007.
- [109] G. Stan, H. Orban, C. Orban, et al. The Influence of Total Knee Arthroplasty on Postural Control. *Chirurgia*. Vol. 108, nº 6, p. 874-878, 2013.
- [110] M. Bade, J. Stevens Lapsley. Early High-Intensity Rehabilitation Following Total Knee Arthroplasty Improves Outcomes. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy*. Vol. 41, nº 12, 2011.
- [111] L. Chun De, L. Tsan Hon, H. Yu Yun. Effects of balance training on functional outcome after total knee replacement in patients with knee osteoarthritis: a randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*. Vol. 27, nº 8, p. 697–709, 2013.
- [112] G. Evans, N. Eggers, K. Butler, et al. Experimental immobilisation and remobilisation of rat knee joints. *J Bone Joints Surg*, p. 42A; 737-58, 1960.
- [113] J. Iborra, Portesis total de rodilla en rehabilitación domiciliaria; principios indicaciones y programas terapéuticos, Barcelona:

Masson, 2005.

- [114] S. Milne, L. Brosseau , V. Robinson, et al. Continuous passive motion following total knee arthroplasty. *Cochrane data base Syst*, p. cd004260, 2003.
- [115] A. Monzo M, J. Moreno P, N. Plazas, et al. Comparison of two rehabilitation programs following total knee arthroplasty. *Rev Traumatología*, p. Vol 19 (4), 2008.
- [116] A. Ritter M, S. Gandolf, S. Holston. Continuous passive motion versus physical therapy in total knee arthroplasty. *Clin Orthop*, p. 244; 239-43, 1989.
- [117] W. Cowell, A. Morris. The influence of continuous passive motion of the result total knee arthroplasty. *Clin Orthop*, p. 276; 225-8, 1992.
- [118] M. Davies, et al. Effect of adjunctive range-of-motion therapy after primary total knee arthroplasty on the use of health services after hospital discharge. *Can J Surg*. Vol. 46, nº 1, p. 30–36, 2003.
- [119] L. Bfrent , J. Randy. Examination of balance measures produced by the Biodex Stability System. *Journal of athletic training*, p. 323-327, 1998.
- [120] S. Broztman, K. Wilk. Rehabilitación ortopédica clínica, 2ª ed. Panamericana, 2005, p. 453-457.
- [121] D. Lionberger, et al. Improved knee flexion following high-

- flexion total knee arthroplasty,» *Journal of Orthopaedic Surgery and Researc*. Vol. 7, p. 22, 2012.
- [122] R. Laskin. The effect of a high-flex implant on postoperative flexion after primary total knee arthroplasty. *Orthopedics*. Vol. 30, p. 86, 2007.
- [123] H. Huang, J. Su, G. Wang. The early results of high-flex total knee arthroplasty: a minimum of 2 years of follow-up. *J Arthroplasty*. Vol. 20, 2005.
- [124] S. Weeden, R. Schmidt. A randomized, prospective study of primary total knee components designed for increased flexion. knee components designed for increased flexion. *J Arthroplasty*. Vol. 22, nº 3, p. 349, 2007.
- [125] S. Bin, T. Nam. Early results of high-flex total knee arthroplasty: comparison study at 1 year after surgery. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2006, 15:350*. Vol. 15, p. 350., 2006.
- [126] J. Stevens, R. Mizner, L. Snider. Cuadriceps strength and volitional activation before and after total knee arthroplasty for osteoarthritis. *J. Orthop Res*, p. 21; 775-9, 2003.
- [127] J. Sanchez. Dinamometria muscular isocinética. *Rev fisioterapia*, nº 15, p. 67-78, 1993.
- [128] A. Wilson S, D. McCann P, S. Gottin, et al. Comprehensive gait analysis in posterior-stabilized knee arthroplasty. *J Arthroplasty*, nº 11, p. 359-67, 1996.

- [129] L. Mambrona, M. Catasús, M. Nogales, et al. Valoración isocinética de la prótesis de rodilla tipo Scorpio PS. *Rev Rehabilitación (Madrid)*, p. 41; 161-6, 2007.
- [130] M. Kuster, S. Sakurai, G. Wood. Downhill walking, a stressful task for the anterior cruciate ligament?. *Knee Surg Sports Traumatol Arthroscopy*, nº 2, p. 2-7, 1994.
- [131] S. Kuster, G. Wood, W. Stachowiak G, et al. Joint load considerations in total knee replacement. *J bone Joint Surg*, nº 79B, p. 109-1, 1997.
- [132] E. Stevens-lapsley J, E. Balter J, M. Kohrt, et al. Quadriceps and hamstrings muscle dysfunction after total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. Vol. 468, p. 2460–2468., 2010.
- [133] L. Judd D, G. Eckhoff D, E. Stevens-Lapsley J. Muscle strength loss in the lower extremity following total knee arthroplasty. *Am J Phys Med Rehabil (in press)*.
- [134] R. Piva, E. Teixeira, J. Almeida, et al. Contribution of hip abductor strength to physical function in patients with total knee arthroplasty. *Phys Ther*. Vol. 91, p. 225–233., 2011.
- [135] B. Schache, A. McClelland, E. Webster. Lower limb strength following total knee arthroplasty: A systematic review. *The Knee*, 2013.
- [136] T. Berman A, J. Zarro, J. Bosacco, et al. Quantitative gait analysis after unilateral or bilateral total knee replacement. *J Bone Joint*

Surg, nº 69A, p. 1340-5., 1987.

- [137] A. Ortega. Recambios protésicos de rodilla, Panamericana, 2001.
- [138] D. Bradley, et al. Muscle activation and coactivation during five-time-sit-to-stand movement in patients undergoing total knee arthroplasty. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. Vol. 23, p. 1485–1493, 2013.
- [139] O. Judge J, K. Schechtman, E. Cress. The relationship between physical performance measures and independence in instrumental activities of daily living. The FICSIT Group. Frailty and Injury: Cooperative Studies of Intervention Trials. *J Am Geriatr Soc*. Vol. 44, p. 1332–1341, 1996.
- [140] E. Hardy S, S. Perera, F. Roumani, et al. Improvement in usual gait speed predicts better survival in older adults. *J Am Geriatr Soc*. Vol. 55, p. 1727–1734, 2007.
- [141] L. Chun-De, L. Tsan-Hon, H. Yu-Yun,. Effects of balance training on functional outcome after total knee replacement in patients with knee osteoarthritis: a randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*. Vol. 27, nº 8, p. 697–709, 2013.
- [142] O. M.A. Recambios protésicos de rodilla. Panamericana, 2001.
- [143] S.L. J. Bade M. Restoration of physical function in patients following total knee arthroplasty: an update on rehabilitation practices,» *Curr Opin Rheumatol*. Vol. 24, 2012.
- [144] R. J. G. C. e. a. Moreland JD. Muscle weakness and falls in older

- adults: a systematic review and meta-analysis. *J Am Geriatr Soc.* Vol. 52, p. 1121–1129, 2004.
- [145] L. Mizner RL. Early cuadriceps strength loss after total knee arthroplasty. The contributions of muscle atrophy and failure of voluntary muscle activation. *J Bone Joint Surg*, p. 87A; 1047-53, 2005.
- [146] L. Mizner RL. Altered loading during walking and sit-to-stand is affected by quadriceps weakness after total knee arthroplasty. *J Orthop Res.* Vol. 23, p. 1083–1090, 2005.
- [147] Akodu AK. Physiotherapy in the management of total knee arthroplast total knee arthroplasty: a review. *J Hosp Med.* Vol. 21, p. 99–105, 2011.
- [148] H. Frost, S Lamb. A randomized controlled trial of exercise to improve mobility and function after elective knee arthroplasty: feasibility, results and methodological. *Clin Rehabil.* Vol. 16, p. 200-209, 2002.
- [149] H. Moffet, J. P. Collet, S. H. Shapiro. Effectiveness of intensive rehabilitation on functional ability and quality of life after first total knee arthroplasty: a single-blind randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil.* Vol. 85, p. 546-556, 2004.
- [150] L. Minns, M. Dewey, M. Sackley. Effectiveness of physiotherapy exercise after knee arthroplasty for osteoarthritis systematic review and metaanalysis of randomised controlled trials. *BMJ*, p. 335-812, 2007.

-
- [151] S. Broztman, K. Wilk. Rehabilitación ortopédica clínica, 2ª ed., Panamericana, 2005, p. 453-457.
- [152] A. Kawai. A Rotating-Hinge Knee Replacement for Malignant Tumors of the Femur and Tibia. *Journal of Arthroplasty.*, p. 14:187, 1999.
- [153] T. Colle, J. Tobis. Medida de la función musculoesquelética. *Medicina física y rehabilitación*, p. 21-71, 1997.
- [154] E. Aydog, A. Bal, S. Aydog, A. Cakci. Evaluation of dynamic postural balance using the Biodex Stability System in rheumatoid arthritis patients. *Clin Rheumatol.* Vol. 25, p. 462-7., 2006.
- [155] A. Brent L, S. Randy, A. Brent. Examination of balance measures produced by the Biodex Stability System. *Journal of athletic training*, p. 323-327, 1998.
- [156] L. Arnold, J. Schmitz. Examination of balance measures produced by the biodex stability system. *J Athl Train.*, nº 33, p. 323-7., 1998.
- [157] C. Teterman y L. Vander. Evaluation of Ankle instability using the Biodex Balance System. *Foot and International*, p. 121-34., 1999.
- [158] I. Cuesta, M. Gonzalez. Estudio comparativo entre dos análisis del riesgo de caídas. *Rev Fisioterapia.* Vol. 8, nº 1, pp. 29-32., 2009.
- [159] A. Lobo, P. Saz, G. Marcos. Examen Cognoscitivo Mini-Mental.

de *MMSE*, Madrid, TEA, 2002.

- [160] J. López, G. Martí. Mini-Examen Cognoscitivo (MEC). *Rev Esp Med Legal*. Vol. 37, nº 3, p. 122-127., 2011.
- [161] M. Folstein, S. Folstein, P. Mchugh y et al, «MMSE. MiniMental State Examination. *Psychological Assessment Resources*, 2001.
- [162] S. Muir, K. Berg, B. Chesworth, et al. Use of the Berg Balance Scale for Predicting Multiple Falls in Community-Dw Elderly People: A Prospective Study. *Physical Therapy*. Vol. 88, nº 4, 2008.
- [163] K. Berg. Measuring Balance in the elderly preliminary development of an instrument. *Physiotherapy Canada*. Vol. 41, nº 6, 1989.
- [164] S. McConnell, P. Kolopack, A. Davis. TheWesternOntarioand McMaster UniversitiesOsteoarthritisIndex(WOMAC):Areview of itsutilityandmeasurementproperties. *ArthritisRheum*. Vol. 45, p. 453–61., 2001.
- [165] A. Escobar, J. Quintana, A. Bilbao, et al. Validation of the spanish version of the WOMAC Question naire for patients with hip or knee osteoarthritis. *ClinRheumatol*. Vol. 21, p. 466–71., 2002.
- [166] S. López A, C. Martinez, et al. Propiedades métricas del cuestionario WOMAC y de una versión reducida para medir la sintomatología y la discapacidad física. *Atención primaria*. *El*

- sevier.*, vol. 41, nº 11, p. 613–620, 2009.
- [167] H. Romberg M. Manual of the Nervous Disease of Man. *Syndenham Society*, p. 395–401., 1853.
- [168] J. Okubo, Y. Watanabe, T. Takeya, et al. Influence of foot position and visual field condition in the examination for equilibrium function and sway of the center of gravity in normal persons. *Agressologie*. Vol. 20, p. 127–32., 1979.
- [169] L. Wolfson, R. Whipple, C. Derby, et al. Balance and strength training in older adults: intervention gains and Tai Chi maintenance. *Journal of the American Geriatrics Society*. Vol. 44, nº 5, p. 498-506, 1996.
- [170] P. Oja, B. Tuxworth. Eurofit para Adultos: Evaluación de la Aptitud Física en Relación con la Salud. *Ministerio de Cultura.C.S.D*, 1995.
- [171] K. Okumiya, K. Matsubayashi, T. Wanda, et al. Effects of exercise on neurobehavioral function in community dwelling older people more than 75 years of age. *Journal of the American Geriatrics Society*. Vol. 44, nº 5, p. 569-72., 1996.
- [172] C. Kammerlind A, E. Ldin T, M. Odkvist, et al. Effects of home training and additional physical Terry on recovery alter acute unilateral vestibular loss a randomized study. *Clinical rehabilitation*, p. 54-62., 2005.
- [173] M. Bird, H. Keith, B. Madeleine , et al. Effects of Resistance- and Flexibility-Exercise Interventions on Balance and Related

- Measures in Older Adults. *Journal of Aging and Physical Activity*. Vol. 17, p. 444- 454, 2009.
- [174] C. Hrisomallis. Balance ability and athletic performance. *Sports Med*. Vol. 41, nº 3, 2011.
- [175] S. Mathias, S. Nayak, B. Isaacs. Balance in the elderly patient: The "Get –up and Go" test. *Arch Phys Med Rehabil*. Vol. 67, p. 387., 1986.
- [176] D. Podsiadlo, S. Richardson. The Timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc*. Vol. 39, p. 142-148, 1991.
- [177] J. Rey Martinez, M. Boleas Aguirre, N. Pérez. Análisis postural de la prueba "Timed-up-and-go" en pacientes con vértigo. *Departamento de Otorrinolaringología. Universidad de Navarra. Acta Otorrinolaringol Esp*. Vol. 56, p. 107-111, 2005.
- [178] M. Kennedy D, W. Straford P, D. Gollish, D. Penney. Assessing stability and change of four performance measures: a longitudinal study evaluating outcome following total hip and knee arthroplasty. *BMC musculoskeletal disorders*. Vol. 6, p. 3, 2005.
- [179] P. Juez Martel, F. Diaz Vegas. Probabilidad y estadística en medicina. Madrid: Ed. Diaz de Santos S.A., 1997.
- [180] T. Kohonen. Self-Organized Formation of Topologically Correct Feature Maps. *Biological Cybernetics*. Vol. 1, nº 43, pp. 59-69,

1982.

- [181] A. Barreiro Felpeto, I. Maneiro Estraviz, et al. Tratamiento de datos. de *Tratamineto de datos*, España, Ediciones Diaz de Santos, 2006, p. 137.
- [182] R. Rocabado, V. Roman. Analisis del centro de presiones en posturografía en pacientes con síndrome de dolor lumbar crónico. *Universidad de Chile. Facultad de Medicina. Escuela de Kinesiología*, 2004.
- [183] W. McChesney, H. Woollacott. The effect of age-related declines in proprioception and total knee replacement on postural control. *J Gerontol A Biol Sci*. Vol. 55, nº M6, p. 658–66., 2000.
- [184] C. Swanik, S. Lephart, H. Rubash, et al. Swanik CB, Lephart SM, Rubash HE. Proprioception, kinesthesia, and balance after total knee arthroplasty with cruciate-retaining and posterior stabilized prostheses. *J Bone Joint Surg Am*. Vol. 86, p. 328–34., 2004.
- [185] M. He, Z. Xiao, M. Lei, et al. Continuous passive motion for preventing venous thromboembolism after total knee arthroplasty. *John Wiley & Sons*, 2014.
- [186] S. Milne, L. Brosseau, V. Robinson, et al. Continuous passive motion following total knee arthroplasty. *Cochrane data base Syst*, p. cd004260, 2003.
- [187] M. Ritter, V. Gandolf, K. Holston. Continuous passive motion versus physical therapy in total knee arthroplasty. *Clin Orthop*,

- p. 244; 239-43, 1989.
- [188] E. Pages , J. Iborra, N. Jou, P. Moranta, et al. Prótesis total de rodilla. Valoración funcional y satisfacción personal del paciente a los cinco años. *Rehabilitación*. Vol. 35, p. 3-8, 2001.
- [189] A. Lenssen, J. Van Steyn, H. Crijn, et al. Effectiveness of prolonged use of continuous passive motion (CPM), as an adjunct to physiotherapy, after total knee arthroplasty. *BMC Musculoskeletal Disorders*. Vol. 60, p. 9, 2008.
- [190] L. Harvey, L. Brosseau, R. Herbert,. Continuous passive motion following total knee arthroplasty in people with arthritis. *John Wiley & Sons*, 2014.
- [191] F. Borrione, P. Bonneviealle, et al. Scorpio single radius total knee arthroplasty. A minimal five-year follow-up multicentric study. *International Orthopaedics*. Vol. 35, p. 1777–1782, 2011.
- [192] R. Kolisek, L. Barnes. Scorpio posterior-stabilized knee system: 5-year clinical and functional results. *J Arthroplasty*. Vol. 21, p. 187–1192, 2006.
- [193] D. Abbans, R. Gunn. Medium-term results of the Scorpiototal knee replacement. *Knee*. Vol. 13, p. 307–311, 2006.
- [194] L. Koralewicz, C. Engh. Comparison of proprioception in arthritic and age matched normal knees. *J Bone Joint Surg Am*. Vol. 282-A, nº 11, p. 1582-8., 2000.
- [195] K. Avramidis, T. Karachalios, K. Popotonasios, et al. Does electric

- stimulation of the vastus medialis muscle influence rehabilitation after total knee replacement?. *Orthopedics*. Vol. 34, p. 175, 2011.
- [196] R. Mizner, S. Petterson, J. Stevens, et al. Preoperative quadriceps strength predicts functional ability one year. *The Journal of rheumatology*. Vol. 8, nº 32, p. 1533-1539, 2005.
- [197] A. Thomas, J. Stevens Lapsley. Importance of attenuating quadriceps activation deficits after total knee arthroplasty. *Exerc Sport Sci Rev*. Vol. 40, nº 2, p. 95–101, 2012.
- [198] F. Kendall, C. Florence. Músculos: pruebas, funciones y dolor postural, 4ª ed. Marban, p. 69-118, 2000.
- [199] C. Buz Swanik, M. Scott, E. Harry, et al. Proprioception, Kinesthesia, and Balance After Total Knee Arthroplasty with Cruciate-Retaining and Posterior Stabilized Prostheses. *J Bone Joint Surg Am*. Vol. 86, nº 2, p. 328-334, 2004.
- [200] J. Stevens Lapsley, J. Balter, D. Eckhoff, et al. Dose-response relationship for neuromuscular electrical stimulation to the quadriceps after total knee arthroplasty. *In: the American College of Sports Medicine annual meeting*. 2011.
- [201] M. Bade, J. Stevens Lapsley. Restoration of physical function in patients following total knee arthroplasty: an update on rehabilitation practices. *Curr Opin Rheumatol*. Vol. 24, 2012.
- [202] M. Bade, W. Kohrt, J. Stevens Lapsley. Outcomes before and after total knee arthroplasty compared to healthy adults. *J*

Orthop Sports Phys Ther. Vol. 40, p. 559-67, 2010.

- [203] M. Walsh, L. Woodhouse, S. Thomas, et al. Physical impairments and functional limitations: a comparison of individuals 1 year after total knee arthroplasty with control subjects. *Phys Ther.* Vol. 78, p. 248-258, 1998.
- [204] S. Piva, A. Gil, G. Almeida, et al. A balance exercise program appears to improve function for patients with total knee arthroplasty: a randomized clinical trial. *Phys Ther.* Vol. 90, p. 880-894, 2010.
- [205] A. Kaupila, M. Hämäläinen, P. Mäki Heikkilä, et al. Multidisciplinary rehabilitation after primary total knee arthroplasty; a randomized controlled study of its effects on functional capacity and quality of life. *Clin Rehabil*, p. 24; 398-411, 2010.
- [206] K. Lee, J. Kang, S. Han. Evaluation of standing balance in hemiplegic patients using the functional reach test. *J Korean Acad Rehabil Med.* Vol. 26, p. 647-51, 2002.
- [207] H. Yung, J. Park, J. Shim, et al. Reliability test of Korean version of berg balance scale. *J Korean Acad Rehabil Med.* Vol. 30, p. 611-18, 2006.
- [208] S. Shihvonen, S. Sipila, S. Taskinen, P. Era. Fall incidence in frail older women after individualized visual feedback-based balance training. *Gerontology.* Vol. 50, nº 6, pp. 411-6, 2004.

- [209] S. McGarry, S. McGuire, T. Magee, et al. The effect of "The Get Off Your Rocker" exercise class on balance. *Journal of Geriatric Physical Therapy*. Vol. 24, nº 3, p. 21-5, 2001.
- [210] M. Holbein Jenny, B. Bilek Sawhney, E. Beckaman, et al. Balance in personal care home residents: A comparison of the Berg Balance Scale, the Multidirectional Reach Test, and the activities-specific balance confidence scale. *Journal Geriatrics Physical Therapy*. Vol. 28, nº 2, p. 48-53, 2005.
- [211] B. Wolf, H. Feys, W. De, et al. Effect of physical therapeutic intervention for balance problems in the elderly: a single-blind, randomized, controlled multicentre trial. *Clinical Rehabilitation*. Vol. 15, nº 2, p. 624-36, 2001.
- [212] H. Bischoff, H. Stähelin, A. Monsch, et al. Identifying a cut-off point for normal mobility: a comparison of the timed 'up and go' test in community-dwelling and institutionalised elderly women. *British Geriatrics Society*, Vol. 32, p. 315-320, 2003.
- [213] J. Rey Martinez, M. Boleas Aguirre, N. Pérez. Analisis postral de la prueba "time up and go" en pacientes con vértigo. *Depart. Otorrinolaringología. Acta Otorrinolarigol Esp*. Vol. 56, p. 107-111, 2005.
- [214] R. Johnson, C. Duncan, K. Ahn, et al. Fall-prevention strategies and patient characteristics that impact fall rates after total knee arthroplasty. *Anesthesia & Analgesia*. Vol. 119, nº 5, p. 1113-8, 2014.

- [215] R. Ramsbotton, A. Ambler, J. Potter, et al. The effect of 6 months training on leg power, balance and functional mobility of independently living adults over 70 years old. *Journal of Aging & Physical Activity*. Vol. 14, nº 4, p. 497-510, 2004.
- [216] T. Suzuki, H. Yoshida, T. Ishizaki. Randomized controlled trial of exercise intervention for the prevention of falls in community-dwelling elderly Japanese women. *Journal of Bone & Mineral Metabolism*. Vol. 22, nº 6, p. 602-11, 2004.
- [217] F. Johannes Strobel. *Reliabilitätsprüfung des Biodex Balance*, 2010.
- [218] T. Fujita, S. Nakamura, M. Ohue, et al. Effect of age on body sway assessed by computerized posturography. *J Bone Miner Metab*. Vol. 23, p. 152-156, 2005.
- [219] P. Perrin, C. Jeaqndel, C. Perrin, et al. Influence of visual control, conduction, and central integration on static and dynamic balance in healthy older adults. *Gerontology*. Vol. 43, p. 223-231, 1997.
- [220] L. R. Sauvage, et al. A Clinical trial of strengthening and aerobic exercise to improve gait and balance in elderly male nursing home residents. *American Journal Physical Medicine & Rehabilitation*. Vol. 71, nº 6, p. 333-42., 1992.

7. ANEXOS

7.1 ANEXO 1

MINI MENTAL STATE EXAMINATION

(MMSE)

Basado en Folstein et al. (1975), Lobo et al. (1979)

Nombre: Varón [] Mujer [] Fecha: F. nacimiento: Edad:

Estudios/Profesión: N. Hª:

Observaciones:

¿En qué año estamos? 0-1

¿En qué estación? 0-1

¿En qué día (fecha)? 0-1

¿En qué mes? 0-1

¿En qué día de la semana? 0-1

ORIENTACIÓN TEMPORAL (Máx.5)

¿En qué hospital (o lugar) estamos? 0-1

¿En qué piso (o planta, sala, servicio)? 0-1

¿En qué pueblo (ciudad)? 0-1

¿En qué provincia estamos? 0-1

¿En qué país (o nación, autonomía)? 0-1

ORIENTACIÓN ESPACIAL (Máx.5)

Nombre tres palabras Peseta-Caballo-Manzana (o Balón- Bandera-Arbol) a razón de 1 por segundo. Luego se pide al paciente que las repita. Esta primera repetición otorga la puntuación. Otorgue 1 punto por cada palabra correcta, pero continúe diciéndolas hasta que el sujeto repita las 3, hasta un máximo de 6 veces.

Peseta 0-1 Caballo 0-1 Manzana 0-1 (Balón 0-1 Bandera 0-1 Árbol 0-1)

Nº de repeticiones necesarias

FIJACIÓN-Recuerdo Inmediato (Máx.3)

Si tiene 30 pesetas y me va dando de tres en tres, ¿Cuántas le van quedando?

Detenga la prueba tras 5 sustracciones. Si el sujeto no puede realizar esta prueba, pídale que deletree la palabra MUNDO al revés.

30 0-1 27 0-1 24 0-1 21 0-1 18 0-1

(O 0-1 D 0-1 N 0-1 U 0-1 M0-1)

ATENCIÓN CÁLCULO (Máx.5)

Preguntar por las tres palabras mencionadas anteriormente.

Peseta 0-1 Caballo 0-1 Manzana 0-1

(Balón 0-1 Bandera 0-1 Árbol 0-1)

RECUERDO diferido (Máx.3)

DENOMINACIÓN. Mostrarle un lápiz o un bolígrafo y preguntar *¿qué es esto?*

Hacer lo mismo con un reloj de pulsera. Lápiz 0-1 Reloj 0-1.

REPETICIÓN. Pedirle que repita la frase: *"ni sí, ni no, ni pero"* (o *"En un trigal había 5 perros"*) 0-1

ÓRDENES. Pedirle que siga la orden: *"coja un papel con la mano derecha, dóblelo por la mitad, y póngalo en el suelo"*.

Coje con mano d. 0-1 dobla por mitad 0-1 pone en suelo 0-1

LECTURA. Escriba legiblemente en un papel *"Cierre los ojos"*. Pídale que lo lea y haga lo que dice la frase 0-1

ESCRITURA. Que escriba una frase (con sujeto y predicado) 0-1

COPIA. Dibuje 2 pentágonos intersectados y pida al sujeto que los copie tal cual. Para otorgar un punto deben estar presentes los 10 ángulos y la intersección. 0-1

LENGUAJE (Máx.9)

Puntuaciones de referencia 27 ó más: normal 24 ó menos: sospecha patológica 12-24: deterioro 9-12: demencia

Puntuación Total (Máx.: 30 puntos)

7.2 ANEXO 2

El Berg Balance Scale fue descrita en 1989 como una medida cuantitativa del estado funcional del equilibrio en ancianos, cuya validez, fiabilidad y sensibilidad al cambio han sido demostradas también en pacientes hemipléjicos (3-4). La escala de Berg comprende 14 ítems (puntuación comprendida 0-4). Las puntuaciones totales pueden oscilar entre 0 (equilibrio gravemente afectada) a 56 (excelente equilibrio). Los pacientes deben completar 14 tareas mientras el examinador califica el desempeño del paciente en cada tarea. Elementos de la prueba son representativos de las actividades diarias que requieren equilibrio, como sentado, de pie, inclinándose, y dar un paso. Algunas tareas se clasifican de acuerdo a la calidad de la ejecución de la tarea, mientras que otras son evaluadas por el tiempo necesario para completar la tarea. Específicamente, los resultados se interpretan como:

0-20: alto riesgo de caída.

21-40: moderado riesgo de caída.

41-56: leve riesgo de caída.

En promedio, **los pacientes con puntuaciones menores de 40 tienen casi doce veces más probabilidades de caer que aquellos con puntuaciones superiores a 40.** Puntuaciones inferiores a 45 de los 56 son generalmente aceptados como indicadores de alteración del equilibrio. En diversos artículos establecen como punto de corte de 45 puntos de 56 para una deambulación independiente segura.

También según las puntuaciones obtenidas en la escala de Berg nos permite obtener información de su capacidad motora y funcional. Podemos establecer 5 grupos:

Grupo de inicio de bipedestación (33-39)

Grupo de inicio de marcha (40-44)

Marcha con/sin ayudas técnicas (45-49)

Marcha independiente (50-54)

Marcha funcional (55-56). Por tanto, el Berg Balance Scale es una herramienta de evaluación utilizada para identificar el deterioro del equilibrio durante las actividades funcionales. Los resultados también pueden ser útiles en el desarrollo de tratamientos que restauren el equilibrio del paciente y la movilidad o la identificación de las intervenciones para ayudar al paciente a evitar las caídas. La prueba también puede ser usada para evaluar y documentar el progreso en el tiempo.

Instrucciones generales:

Hacer una demostración de cada función. Al puntuar recoger la respuesta más baja aplicada a cada ítem. En la mayoría de ítems, se pide al paciente que mantenga una posición dada durante un tiempo determinado. Se van reduciendo más puntos progresivamente si no se consigue el tiempo o la distancia fijada, si la actuación del paciente requiere supervisión, o si el paciente toca un soporte externo o recibe ayuda del examinador.

El equipamiento requerido para la realización del test consiste en un cronómetro o reloj con segundero, una regla u otro indicador de 5, 12 y 25 cm. Las sillas utilizadas deben tener una altura razonable. Para la realización del ítem 12, se precisa un escalón o un taburete (de altura similar a un escalón).

1. DE SEDESTACIÓN A BIPEDESTACIÓN

INSTRUCCIONES: Por favor, levántese. Intente no ayudarse de las manos.

- () 4 capaz de levantarse sin usar las manos y de estabilizarse independientemente.
- () 3 capaz de levantarse independientemente usando las mano.
- () 2 capaz de levantarse usando las manos y tras varios intentos.
- () 1 necesita una mínima ayuda para levantarse o estabilizarse.
- () 0 necesita una asistencia de moderada a máxima para levantarse.

2. BIPEDESTACIÓN SIN AYUDA

INSTRUCCIONES: Por favor, permanezca de pie durante 2 min sin agarrarse.

- () 4 capaz de estar de pie durante 2 min de manera segura.
- () 3 capaz de estar de pie durante 2 min con supervisión.
- () 2 capaz de estar de pie durante 30 s sin agarrarse.
- () 1 necesita varios intentos para permanecer de pie durante 30 s sin agarrarse.
- () 0 incapaz de estar de pie durante 30 s sin asistencia.

3. SEDESTACIÓN SIN APOYAR LA ESPALDA, PERO CON LOS PIES SOBRE EL SUELO O SOBRE UN TABURETE O ESCALÓN

INSTRUCCIONES: Por favor, siéntese con los brazos junto al cuerpo durante 2 min.

- () 4 capaz de permanecer sentado de manera segura durante 2 min.

() 3 capaz de permanecer sentado durante 2 min bajo supervisión.

() 2 capaz de permanecer sentado durante 30 s.

() 1 capaz de permanecer sentado durante 10 s.

() 0 incapaz de permanecer sentado sin ayuda durante 10 s.

4. DE BIPEDESTACIÓN A SEDESTACIÓN

INSTRUCCIONES: Por favor, siéntese.

() 4 se sienta de manera segura con un mínimo uso de las manos.

() 3 controla el descenso mediante el uso de las manos.

() 2 usa la parte posterior de los muslos contra la silla para controlar el descenso.

() 1 se sienta independientemente, pero no controla el descenso

() 0 necesita ayuda para sentarse.

5. TRANSFERENCIAS

INSTRUCCIONES: Prepare las sillas para una transferencia en pivot. Pida al paciente de pasar primero a un asiento con apoyabrazos y a continuación a otro asiento sin apoyabrazos. Se pueden usar dos sillas (una con y otra sin apoyabrazos) o una cama y una silla.

() 4 capaz de transferir de manera segura con un mínimo uso de las manos.

() 3 capaz de transferir de manera segura con ayuda de las manos.

() 2 capaz de transferir con indicaciones verbales y/o supervisión.

() 1 necesita una persona que le asista.

() 0 necesita dos personas que le asistan o supervisen la transferencia para que sea segura.

6. BIPEDESTACIÓN SIN AYUDA CON OJOS CERRADOS

INSTRUCCIONES: Por favor, cierre los ojos y permanezca de pie durante 10 s

() 4 capaz de permanecer de pie durante 10 s de manera segura.

() 3 capaz de permanecer de pie durante 10 s con supervisión.

() 2 capaz de permanecer de pie durante 3 s.

() 1 incapaz de mantener los ojos cerrados durante 3 s pero capaz de permanecer firme.

() 0 necesita ayuda para no caerse.

7. PERMANECER DE PIE SIN AGARRARSE CON LOS PIES JUNTOS

INSTRUCCIONES: Por favor, junte los pies y permanezca de pie sin agarrarse.

() 4 capaz de permanecer de pie con los pies juntos de manera segura e independiente durante 1 min.

() 3 capaz de permanecer de pie con los pies juntos independientemente durante 1 min con supervisión.

() 2 capaz de permanecer de pie con los pies juntos independientemente, pero incapaz de mantener la posición durante 30 s.

() 1 necesita ayuda para lograr la postura, pero es capaz de permanecer de pie durante 15 s con los pies juntos.

() 0 necesita ayuda para lograr la postura y es incapaz de mantenerla durante 15 s

8. LLEVAR EL BRAZO EXTENDIDO HACIA DELANTE EN BIPEDESTACIÓN

INSTRUCCIONES: Levante el brazo a 90°. Estire los dedos y llévolo hacia delante todo lo que pueda. El examinador coloca una regla al final de los dedos cuando el brazo está a 90°. Los dedos no debe tocar la regla mientras llevan el brazo hacia delante. Se mide la distancia que el dedo alcanza mientras el sujeto está lo más inclinado hacia adelante. Cuando es posible, se pide al paciente que use los dos brazos para evitar la rotación del tronco.

- () 4 puede inclinarse hacia delante de manera cómoda >25 cm.
- () 3 puede inclinarse hacia delante de manera segura >12 cm.
- () 2 can inclinarse hacia delante de manera segura >5 cm.
- () 1 se inclina hacia delante pero requiere supervisión.
- () 0 pierde el equilibrio mientras intenta inclinarse hacia delante o requiere ayuda.

9. EN BIPEDESTACIÓN, RECOGER UN OBJETO DEL SUELO

INSTRUCCIONES: Recoger el objeto (zapato/zapatilla) situado delante de los pies.

- () 4 capaz de recoger el objeto de manera cómoda y segura.
- () 3 capaz de recoger el objeto pero requiere supervisión.
- () 2 incapaz de coger el objeto pero llega de 2 a 5cm (1-2 pulgadas) del objeto y mantiene el equilibrio de manera independiente.
- () 1 incapaz de recoger el objeto y necesita supervisión al intentarlo.

() 0 incapaz de intentarlo o necesita asistencia para no perder el equilibrio o caer.

10. EN BIPEDESTACIÓN, GIRARSE PARA MIRAR ATRÁS

INSTRUCCIONES: Gire para mirar atrás a la izquierda. Repita lo mismo a la derecha

El examinador puede sostener un objeto por detrás del paciente al que puede mirar para favorecer un mejor giro.

() 4 mira hacia atrás hacia ambos lados y desplaza bien el peso.

() 3 mira hacia atrás desde un solo lado, en el otro lado presenta un menor desplazamiento del peso del cuerpo.

() 2 gira hacia un solo lado pero mantiene el equilibrio.

() 1 necesita supervisión al girar.

() 0 necesita asistencia para no perder el equilibrio o caer.

11. GIRAR 360 GRADOS

INSTRUCCIONES: Dar una vuelta completa de 360 grados. Pausa. A continuación repetir lo mismo hacia el otro lado.

() 4 capaz de girar 360 grados de una manera segura en 4 s o menos.

() 3 capaz de girar 360 grados de una manera segura sólo hacia un lado en 4 s o menos.

() 2 capaz de girar 360 grados de una manera segura, pero lentamente.

() 1 necesita supervisión cercana o indicaciones verbales.

() 0 necesita asistencia al girar.

12. SUBIR ALTERNANTE LOS PIES A UN ESCALÓN O TABURETE EN BIPEDESTACIÓN SIN AGARRARSE

INSTRUCCIONES: Sitúe cada pie alternativamente sobre un escalón/taburete. Repetir la operación 4 veces para cada pie.

() 4 capaz de permanecer de pie de manera segura e independiente y completar 8 escalones en 20 s.

() 3 capaz de permanecer de pie de manera independiente y completar 8 escalones en más de 20 s.

() 2 capaz de completar 4 escalones sin ayuda o con supervisión.

() 1 capaz de completar más de 2 escalones necesitando una mínima asistencia.

() 0 necesita asistencia para no caer o es incapaz de intentarlo.

13. BIPEDESTACIÓN CON LOS PIES EN TANDEM

INSTRUCCIONES: Demostrar al paciente. Sitúe un pie delante del otro. Si piensa que no va a poder colocarlo justo delante, intente dar un paso hacia delante de manera que el talón del pie se sitúe por delante del zapato del otro pie (para puntuar 3 puntos, la longitud del paso debería ser mayor que la longitud del otro pie y la base de sustentación debería aproximarse a la anchura del paso normal del sujeto).

() 4 capaz de colocar el pie en tándem independientemente y sostenerlo durante 30 Segundo.

() 3 capaz de colocar el pie por delante del otro de manera independiente y sostenerlo durante 30 s.

() 2 capaz de dar un pequeño paso de manera independiente y sostenerlo durante 30 s.

() 1 necesita ayuda para dar el paso, pero puede mantenerlo durante 15 s.

() 0 pierde el equilibrio al dar el paso o al estar de pie.

14. BIPEDESTACIÓN SOBRE UN PIE

INSTRUCCIONES: Apoyo sobre un pie sin agarrarse.

() 4 capaz de levantar la pierna independientemente y sostenerla durante >10 s

() 3 capaz de levantar la pierna independientemente y sostenerla entre 5-10 s

() 2 capaz de levantar la pierna independientemente y sostenerla durante 3 ó más s.

() 1 intenta levantar la pierna, incapaz de sostenerla 3 s, pero permanece de pie de manera independiente.

() 0 incapaz de intentarlo o necesita ayuda para prevenir una caída.

() PUNTUACIÓN TOTAL (MÁXIMO= 56)