



Universidad de Zaragoza

Facultad de Ciencias de la Salud

Grado en Fisioterapia

Curso Académico 2013 / 2014

TRABAJO FIN DE GRADO

Plan de intervención en fisioterapia en una
fractura de meseta tibial tipo II según la
clasificación de Schatzker

Autor: Gabriel González Sabio

Tutor: José Miguel Tricas Moreno

Resumen

Introducción: Las fracturas proximales de tibia son lesiones graves que provocan frecuentemente anomalías funcionales. Son el 1 % de todas las fracturas afectando la mayoría al platillo tibial externo. Las fracturas de meseta tibial tipo II según Schatzker presentan hundimiento del platillo externo, siendo necesario, en la mayoría de los casos, el tratamiento quirúrgico.

Objetivos: Alcanzar la funcionalidad suficiente para que el paciente logre su reinserción laboral y social a través de un plan de intervención en fisioterapia.

Metodología: Estudio n=1, longitudinal y prospectivo con un diseño intrasujeto AB. Se valoran diferentes aspectos, creando una línea base, y se idea un plan de tratamiento fisioterápico acorde con los objetivos marcados.

Desarrollo: La evolución del paciente es favorable presentando buenos resultados en la valoración final. Se puede observar una disminución del dolor, un aumento del balance articular y muscular y un aumento de la funcionalidad y del control neuromuscular de la rodilla.

Conclusiones: Podemos afirmar que el plan de tratamiento fisioterápico propuesto ha sido eficaz en nuestro paciente, consiguiendo cumplir los objetivos marcados.

ÍNDICE

Páginas

Resumen	2
I- Introducción	4-6
II- Objetivos	7
III- Metodología	7-14
III. a - Diseño del estudio	7
III. b - Presentación del caso	7-8
III. c - Valoración inicial	8-11
III. d - Impresión diagnóstica fisioterápica	11
III. e - Tratamiento	12-14
IV- Desarrollo	14-23
IV. a - Evolución y seguimiento	14-21
Valoración intermedia, tras fase I	14-15
Valoración final	16-21
IV. b - Limitaciones del estudio	21
IV. c -Discusión	21-23
V- Conclusiones	23
<u>Anexo I</u> – Anatomía de la rodilla	24-25
<u>Anexo II</u> – Fracturas	26-27
<u>Anexo III</u> – Valoración fisioterápica	28-43
<u>Anexo IV</u> – Consentimiento informado	44
<u>Anexo V</u> – Ortesis	45
<u>Anexo VI</u> – Técnicas de tratamiento	46-57
VI- Referencias bibliográficas	58-62

I- INTRODUCCIÓN:

En la rodilla encontramos dos articulaciones, la articulación femorotibial y la articulación femoro-rotuliana. Ambas articulaciones están envueltas dentro de una única cápsula y situadas en la misma cavidad articular.

La rodilla es, principalmente, una articulación de un solo grado de libertad, la flexo-extensión, y trabaja, esencialmente, en compresión bajo la acción de la gravedad. Desde el punto de vista mecánico debe conciliar dos imperativos contradictorios, poseer una gran estabilidad en extensión máxima, posición en la que la rodilla hace esfuerzos importantes debido al peso del cuerpo y a la longitud de los brazos de palanca; y adquirir un gran movilidad a partir de cierto ángulo de flexión, movilidad necesaria en la carrera y para la orientación óptima del pie en relación a las irregularidades del terreno. En flexión la rodilla está expuesta a lesiones ligamentosas y meniscales, mientras que en extensión es más vulnerable a las fracturas articulares y a las rupturas ligamentosas.^{1, 2} (Anexo I)

Una fractura es una pérdida de continuidad a nivel de la sustancia de un hueso. El término abarca todas las roturas óseas, desde las fracturas conminuta o multifragmentarias hasta una fisura o fractura microscópica. Existen fracturas que afectan a las superficies articulares, como las fracturas articulares parciales, en las que parte de la superficie articular está afectada, pero el resto está indemne y mantiene una conexión sólida con el hueso.³ (Anexo II)

El extremo proximal de la tibia, al estar compuesto casi completamente por hueso esponjoso rodeado de una cortical delgada, es susceptible de lesiones por aplastamiento. El caso que nos compete en este estudio es una fractura de meseta tibial en la rodilla izquierda.⁴

Las fracturas proximales de tibia son lesiones graves que provocan frecuentemente anomalías funcionales. Tras la lesión hay que esforzarse para mantener la congruencia articular, conservar el eje mecánico normal, asegurar la estabilidad articular y recuperar una amplitud completa de movimiento. Esta fractura afecta al alineamiento de la rodilla, a su estabilidad y a su fuerza.

De acuerdo con Hohl, las fracturas de meseta tibial son el 1% de todas las fracturas y el 8 % de las fracturas en ancianos. Abarcan un gran abanico de lesiones, con distintos grados de hundimiento y de desplazamiento articular. Los estudios publicados demuestran que la mayoría de las lesiones afectan al platillo externo (del 55% al 70%). Las lesiones aisladas de platillo medial se producen en un 10% a un 23% de los casos, mientras que la afectación de ambos platillos se halla en un 10% a un 30%.

Se producen como resultado de un valgo o un varo forzado combinado con una sobrecarga axial. El cóndilo femoral ejerce una fuerza compresiva sobre el platillo tibial, pudiendo provocar un hundimiento.⁵

Para corroborar la fractura es necesaria una radiografía antero-posterior y lateral de la rodilla. El hundimiento y el desplazamiento deben verse claramente para poder estudiarla y optar por el tratamiento adecuado.^{3,5}

Se han diseñado muchas clasificaciones, todas ellas están basadas en la localización de la fractura y en el grado de desplazamiento. Los primeros en clasificarlas fueron Hohl y Luck en 1956 pero la clasificación de Schatzker es quizá la más utilizada. Diferenció 6 tipos de fracturas:^{3, 5-7}

Clasificación según Schatzker	Tipo
Fracturas de baja energía	Tipo I Fractura astillada del platillo externo de la tibia sin hundimiento articular. Se produce en jóvenes adultos con un fuerte hueso esponjoso que se resiste al hundimiento.
	Tipo II Fractura astillada con hundimiento del platillo externo de la tibia. La lesión es el resultado de una fuerza de torsión lateral que se combina con una sobrecarga axial.
	Tipo III Hundimiento aislado del platillo externo. El hundimiento puede afectar a cualquier parte de la superficie articular, pero normalmente es central.
	Tipo IV Fractura de platillo medial. La lesión se produce por fuerzas de sobrecarga axial y en varo y es mucho menos frecuente que las fracturas de platillo externo. Se produce por traumatismos de energía

Fracturas de alta energía

	moderada y alta.
Tipo V	Fractura bicondílea de la meseta con una variación en los grados de hundimiento articular y desplazamiento de los cóndilos
Tipo VI	Fractura bicondílea de la meseta tibial con separación diafiso-metafisaria. Resultado de un traumatismo de alta energía y con frecuencia por caídas desde altura.

Tabla I. Clasificación fracturas meseta tibial según Schatzker

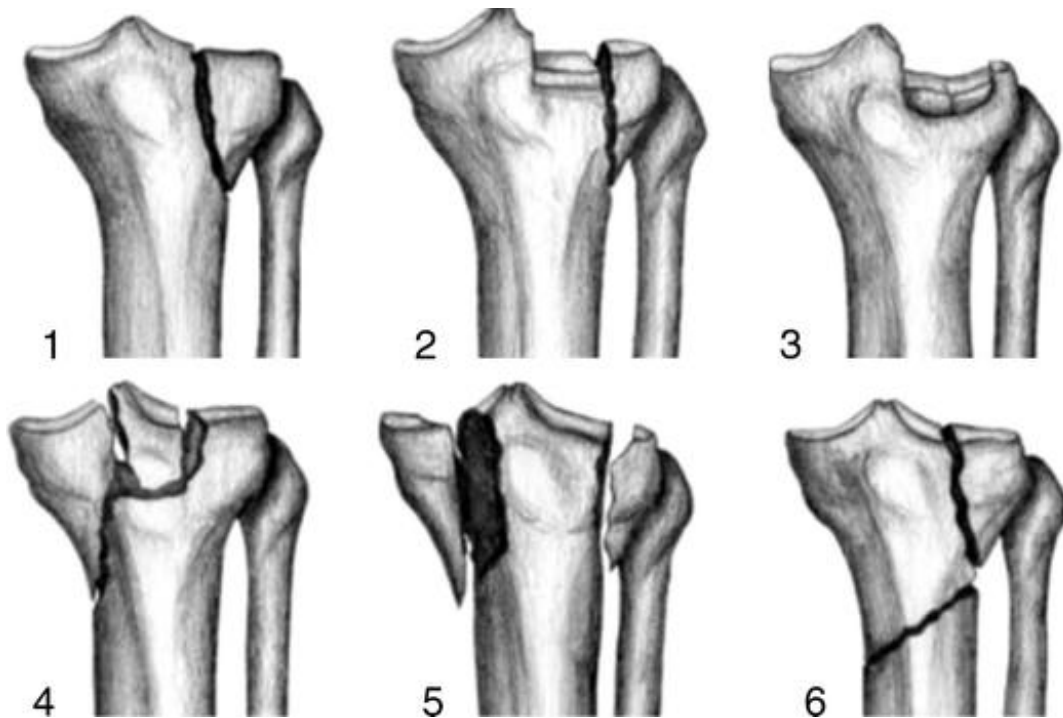


Figura I. Tipos de fractura de meseta tibial según Schatzker.

En las fracturas tipo II, según Schatzker, el tratamiento quirúrgico debe abordar los fragmentos articulares impactados cuando se produce una inestabilidad articular. Si el menisco está intacto se lleva a cabo una reducción cerrada y una fijación percutánea con tornillos acanalados. Se realiza una incisión antero-lateral, desde la cual se reduce la articulación desde abajo. El defecto metafisario se injerta con hueso y la reconstrucción articular se mantiene con unas tenazas de reducción afiladas. En los pacientes con buena reserva ósea y mínima conminución lateral, se consigue la fijación con dos tornillos.⁵

II- OBJETIVOS

Objetivo principal:

Alcanzar la funcionalidad suficiente para que el paciente logre su reinserción en el ámbito laboral y social.

Objetivos secundarios:

- A corto plazo:
 - Disminuir el derrame articular y el dolor
 - Restituir el rango articular de la rodilla
 - Evitar mayor atrofia muscular
- A largo plazo:
 - Recuperar la fuerza de la musculatura del miembro inferior, haciendo especial hincapié en el cuádriceps
 - Recuperar el patrón de marcha alterado
 - Mejorar la propiocepción y estabilidad de la rodilla

III- METODOLOGÍA:

III. a - Diseño del estudio

Se trata de un estudio n=1, experimental, longitudinal y prospectivo. Presenta un diseño intrasujeto AB en el que la variable independiente será la intervención fisioterápica. Previa introducción en el estudio de la variable independiente se lleva a cabo la medición de las variables dependientes, con el fin de establecer una línea base.

Realizamos una valoración inicial y planificamos un plan de intervención acorde con los objetivos marcados. Llevamos a cabo el plan de tratamiento planificado. Se valoran algunos aspectos tras la fase I y finalmente se realiza una valoración completa.

III. b - Presentación del caso

El caso que se presenta es de un varón de 35 años con una fractura multifragmentada de la meseta tibial externa de la pierna izquierda con

hundimiento (6,5 mm) y separación (tipo II Schatzker). El paciente sufre el accidente el día 24/12/2013 y es operado el día 31/12/2013, tras corroborar mediante radiografía y resonancia el tipo de fractura. Se le realiza una reducción mediante artroscopia del fragmento hundido, se le coloca un injerto en defecto óseo y tornillos acanalados con arandela como material de osteosíntesis. Se decide descarga total durante 2-3 meses.

III. c - Valoración inicial (Anexo III)

Se realiza 38 días tras la operación, 7/3/2014, previo consentimiento informado del paciente. (Anexo IV)

Anamnesis

Paciente relata que el mecanismo lesional se produce al saltar una valla y apoyar en un terreno irregular únicamente con la pierna izquierda en extensión, la cual no aguanta su peso y hace que caiga al suelo.

Exploración visual:

- Inspección estática
 - Vista anterior
 - Rótula izquierda desplazada hacia lateral
 - Disminución de la masa muscular del muslo izquierdo
 - Inflamación en la articulación de la rodilla



Figura II. Vista anterior

- Vista posterior
 - Disminución de la masa muscular de la pierna izquierda
- Inspección dinámica
 - El paciente emplea muletas, aún no está autorizada la carga.

Exploración física:

- Valoración del estado de la piel
 - Coloración y estado de la piel:
 - Mayor temperatura en la zona de la fractura comparada con el lado sano
 - Enrojecimiento parte externa de la articulación
 - Estado de las cicatrices
 - Presenta adherencia a planos subyacentes en los puntos de artroscopia
- Inspección y palpación de la rótula
 - Restricción a la movilización cráneo-caudal y latero-medial en comparación con el miembro sano
- Inspección y palpación de los tejidos blandos de la rodilla
 - Dolor a la palpación del cóndilo lateral y medial de la tibia
 - Palpación de bandas tensas entre vasto externo y cintilla iliotibial

Cirtometría

- Valoración del cuádriceps⁸
 - Pierna izquierda 42 centímetros
 - Pierna derecha 49 centímetros
 - El muslo de la pierna afecta presenta una disminución del volumen con respecto al muslo de la pierna sana
- Valoración de los gastrocnemios⁸
 - Pierna izquierda 36 centímetros

- Pierna derecha 40 centímetros
- La pierna afecta presenta una disminución del volumen con respecto a la pierna sana.

Balance articular

	Rodilla izquierda		Rodilla derecha	
	Activo	Pasivo	Activo	Pasivo
Flexión	130	140	138	145
Extensión	5	2	2	0

Tabla II. Balance articular miembro inferior

	Rodilla izquierda		Rodilla derecha	
	Activo	Pasivo	Activo	Pasivo
Rotación interna	12	20	24	28
Rotación externa	20	28	38	44

Tabla III. Rotaciones miembro inferior

Se puede apreciar en la tabla II una pequeña disminución del rango articular de la rodilla afecta. La tabla III nos muestra que las rotaciones se encuentran más limitadas en comparación con la pierna sana.^{2, 9} En cuanto a la sensación terminal a la flexión es blanda en la rodilla sana mientras que en la rodilla afecta es firme. En la extensión es firme en ambas rodillas. Fisiológicamente la sensación terminal a la flexión ha de ser blanda debido al choque de las masas musculares.¹

Balance muscular: escala de Daniel's

	Pierna izquierda	Pierna derecha
Extensores de rodilla	3+	5
Flexores de rodilla	4	5

Gastrocnemio y sóleo	3+	5
Tibial anterior	4	5
Extensores de cadera	5	5
Flexores de cadera	5	5
Abductores de cadera	5	5

Tabla IV. Balance muscular miembro inferior

Se aprecia una disminución de la fuerza en el cuádriceps, isquiotibiales, gemelos, sóleo y tibial anterior de la pierna afecta en comparación con la pierna sana.⁸

Valoración del dolor: escala visual analógica¹⁰

- En reposo: 4
- En dinámico: 10

Encuesta de KOOS sobre la rodilla^{11, 12}

- Puntuación de 61 sobre 100

Escala de Tinetti^{13,14}

- Marcha – 7 de 12
- Equilibrio – 7 de 16
- Total – 14 de 28

III. d - Impresión diagnóstica fisioterápica

El sujeto presenta limitación funcional tras la intervención quirúrgica, no llegando a alcanzar un rango articular completo en la rodilla afecta.

Pérdida de masa muscular en flexores y extensores de rodilla con pérdida de fuerza en cuádriceps, isquiotibiales, gemelos y sóleo y tibial anterior.

III. e - Tratamiento

Tras haber sido sometido a la intervención quirúrgica detallada anteriormente se le coloca una férula de yeso durante dos semanas, la cual fue cambiada por una ortesis tipo Dual sin bloquear, que le permitía un recorrido de 0 a 90 grados, hasta el segundo mes a partir del cual se le permite el recorrido completo (Anexo V)^{15,16}. Al paciente se le receta clexane, enantyum (solamente durante una semana), nolotil, y omeoprazol.

Plan de intervención fisioterápico:

- El paciente acude desde el día 7 de febrero de 2014 a una sesión diaria de fisioterapia
- Inició el tratamiento 38 días tras la operación.
- Las técnicas de tratamiento se encuentran en el orden en el que se realizaban cada sesión
- Planificación por semanas del plan de intervención fisioterápico:

Semanas	Tratamiento
Fase I	
Semana 6-7	Rehabilitación diaria
	Movilización rótula
	Tracciones grado I—II
	Movilizaciones pasivas y activas rodilla
	Tratamiento de cicatrices
	Potenciación musculatura cadera
	Isométricos de cuádriceps
	Ejercicio terapéutico cognoscitivo de Perfetti + Propiocepción
	Crioterapia
	Tratamiento domiciliario del dolor e inflamación
	Rehabilitación diaria

Semana 8-9	Movilización rótula
	Tracciones grado I-II
	Movilizaciones pasivas y activas rodilla
	Tratamiento cicatrices
	Potenciación musculatura cadera
	Isométricos de cuádriceps
	Ejercicio terapéutico cognoscitivo de Perfetti + Propiocepción
	Crioterapia
	Tratamiento domiciliario del dolor e inflamación
Fase II	
Semana 10-11	Rehabilitación diaria
	Movilización rótula + movilizaciones activas
	Propiocepción fase I (puesta en carga progresiva)
	Potenciación musculatura rodilla
	Reeducación de la marcha
	Masoterapia
	Crioterapia
Semana 12-13	Rehabilitación diaria
	Ejercicio físico moderado, calentamiento (bicicleta estática)
	Propiocepción fase II-III (Puesta en carga completa)
	Potenciación musculatura rodilla
	Reeducación de la marcha
	Subir bajar escaleras
	Masoterapia
	Crioterapia

Tabla V. Plan de tratamiento fisioterápico

- Técnicas fisioterápicas: (Anexo VI)^{5, 17, 18}

La primera fase de tratamiento, de la semana 6 a la 9, se centrará en disminuir la sintomatología y el derrame articular, recuperar el rango articular completo y evitar una atrofia muscular mayor.

Se accede a la fase II de tratamiento tras recuperar el rango articular, disminuir el derrame articular y corroborar que está autorizada la carga parcial, confirmando mediante radiografía que la fractura es estable.

La fase II se centrará en recuperar la fuerza de la musculatura del miembro inferior, reeducar el patrón de marcha, mejorar la propiocepción y estabilidad de la rodilla y controlar los síntomas.

IV- DESARROLLO

La valoración inicial se realizó 6 semanas tras el accidente. Se volvieron a valorar varios aspectos al paciente pasado un mes para confirmar que podíamos pasar de la fase I de tratamiento, y tras 13 semanas de tratamiento, se le vuelve a realizar la misma valoración inicial.

IV. a - Evolución y seguimiento

- **Valoración intermedia, tras fase I**

Cirtometría

- Valoración del cuádriceps
 - Pierna izquierda 42 centímetros
 - Pierna derecha 50 centímetros
 - La pierna izquierda mantiene la misma medida que al inicio mientras que la pierna derecha ha ganado 1 centímetro.
- Valoración de los gastrocnemios
 - Pierna izquierda 36 centímetros
 - Pierna derecha 40 centímetros

- Nos da el mismo resultado que en primera instancia

Balance articular

Rodilla izquierda	Activo	Pasivo
Flexión	140	144
Extensión	1	0

Tabla VI. Balance articular tras fase I

Rodilla izquierda	Activo	Pasivo
Rotación interna	20	26
Rotación externa	34	40

Tabla VII. Rotaciones tras fase I

La sensación terminal a la flexión en la rodilla afecta sigue siendo firme.

Balance muscular: escala de Daniel's

	Pierna izquierda
Extensores de rodilla	3+
Flexores de rodilla	4
Gastrocnemios y sóleo	3+
Tibial anterior	4

Tabla VIII. Balance muscular tras fase I

El balance muscular no ha cambiado con respecto al realizado en la valoración inicial.

Valoración del dolor: escala visual analógica

- En reposo: 2
- En dinámico: 8

- **Valoración final**

Exploración visual:

- Inspección estática
 - Vista anterior
 - Rótula centrada
 - Masa muscular similar a la de la pierna sana
 - No presenta inflamación



Figura III. Vista anterior final

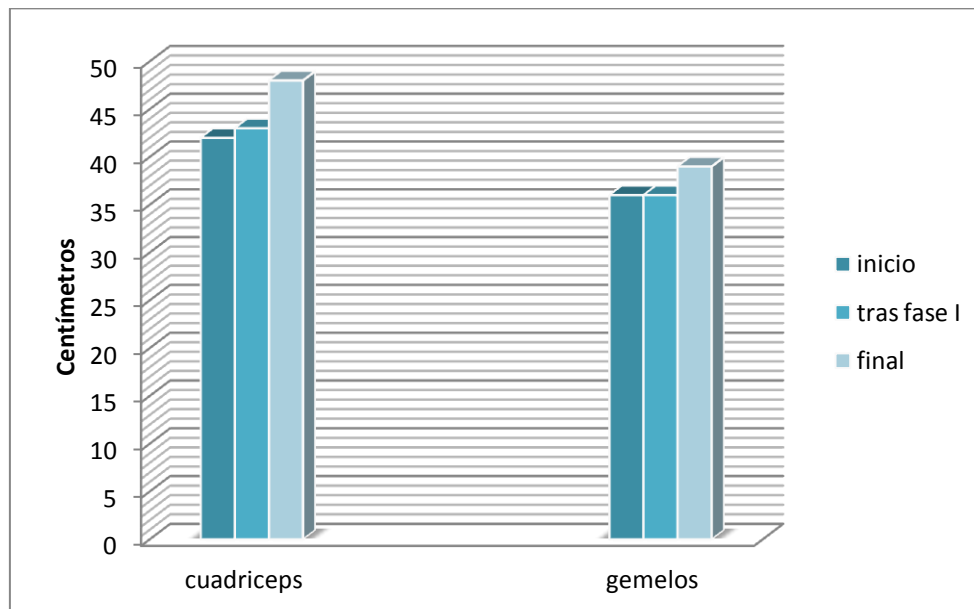
- Vista posterior
 - Aumento de la masa muscular
- Inspección dinámica
 - Sin muletas ni claudicación de la marcha

Exploración física:

- Valoración del estado de la piel
 - Coloración y estado de la piel:
 - Misma temperatura en un lado que en otro y no presenta enrojecimiento
 - Estado de las cicatrices
 - Las adherencias a planos subyacentes en los puntos de artroscopia es mínima

- Inspección y palpación de la rótula
 - Movilidad normal de la rótula
- Inspección y palpación de los tejidos blandos de la rodilla
 - Palpación de bandas tensas entre vasto externo y cintilla iliotibial

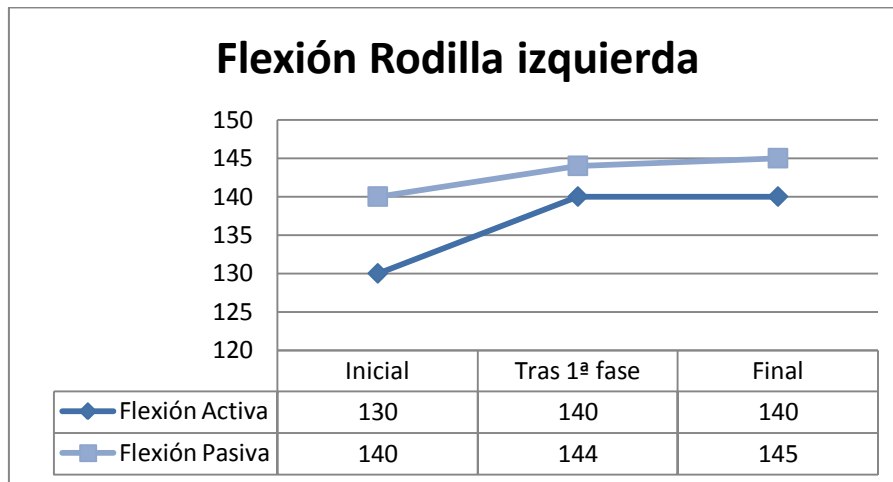
Cirtometría cuádriceps y gastrocnemios



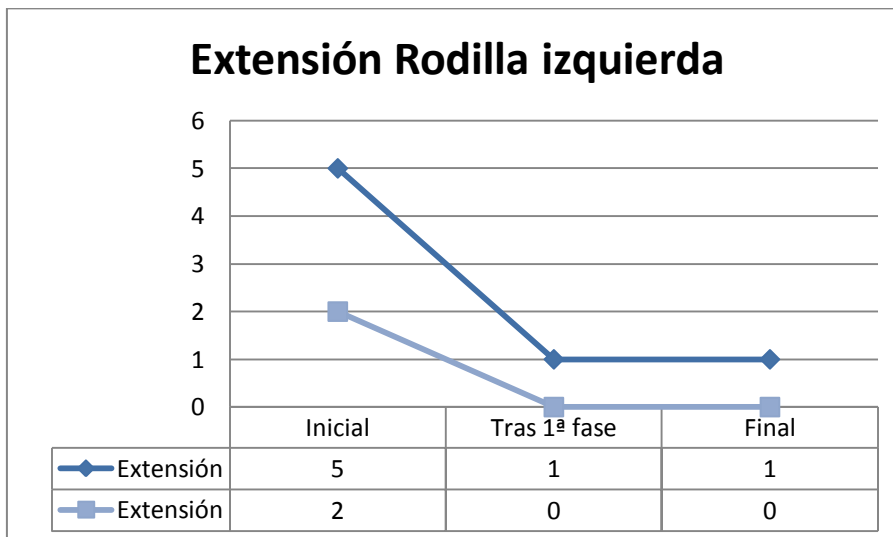
Gráfica I. Cirtometría muslo y pierna.

Como se muestra en la gráfica I la masa muscular del muslo y la pierna aumentaron notablemente a partir de la primera fase de tratamiento. Un aumento del volumen muscular no tiene porque significar la ganancia de fuerza, para ello será necesario realizar un balance muscular.

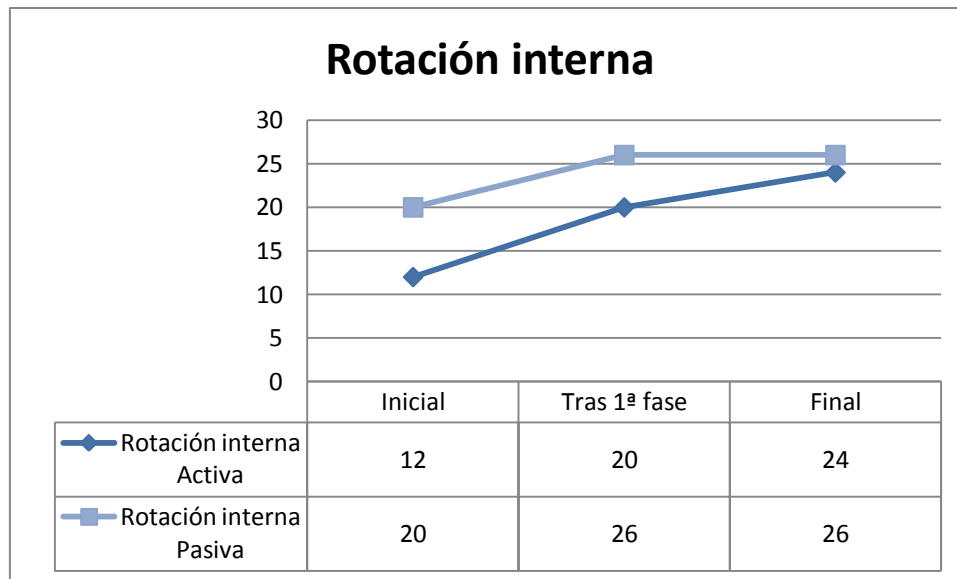
Balance articular



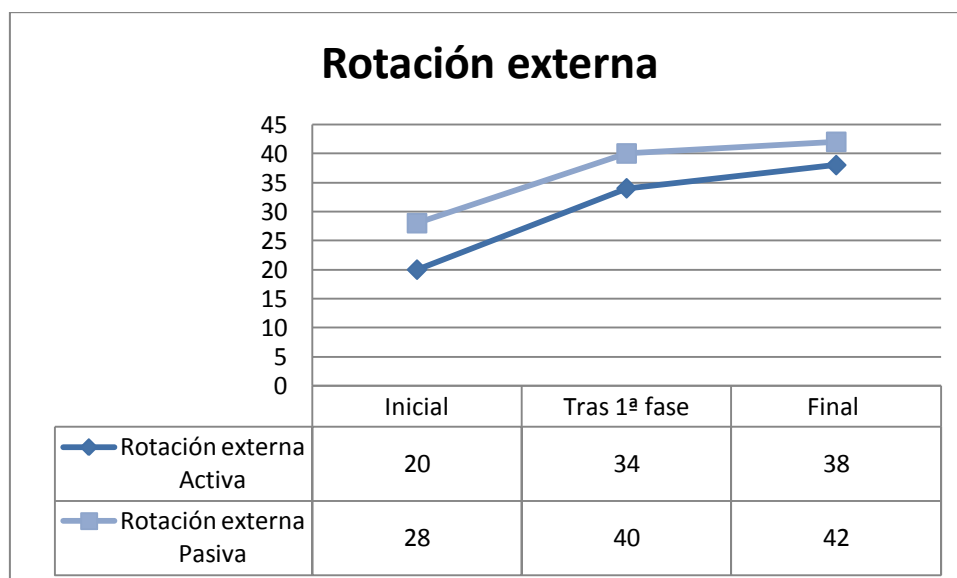
Gráfica II. Balance articular, flexión.



Gráfica III. Balance articular, extensión.



Gráfica IV. Balance articular, rotación interna.



Gráfica V. Balance articular, rotación externa.

Podemos observar en las Gráficas II y III que existe un aumento de la amplitud articular en la flexo-extensión. La gráfica muestra que esta mejoría se produjo, principalmente, durante la primera fase del tratamiento. La sensación terminal a la flexión, al finalizar el tratamiento es blanda, al igual que la del miembro sano.

En las gráficas IV y V podemos observar que se produjo una progresión positiva en el balance articular de las rotaciones.

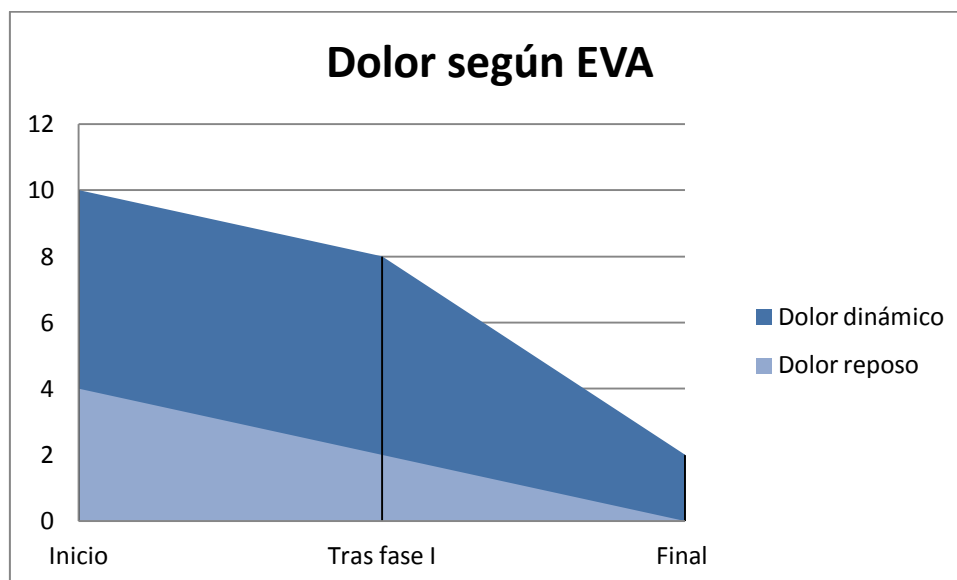
Balance muscular: escala de Daniel´s:

Pierna izquierda	
Extensores de rodilla	5
Flexores de rodilla	5
Gastrocnemios y sóleo	5
Tibial anterior	5

Tabla IX. Balance muscular final.

Tras finalizar el tratamiento el balance muscular de los músculos que presentaban algún tipo de déficit en la valoración inicial fue corregido, alcanzando todos el 5 en la escala de Daniel`s.

Valoración del dolor: escala visual analógica



Gráfica VI. Evolución del dolor según EVA.

Como se observa en la Gráfica VI el dolor fue disminuyendo progresivamente a lo largo del tratamiento. Finalmente el paciente no presentó ningún tipo de dolor en reposo y algo de molestia en dinámico.

Encuesta de KOOS sobre la rodilla:

Puntuación 92 sobre 100 siendo en la valoración inicial de 61 sobre 100.

Escala de Tinetti:

Obtuvo la máxima puntuación en la marcha y en el equilibrio, consiguiendo en total 28 de 28 puntos posibles (12 de 12 en la marcha y 16 de 16 en el equilibrio), mejorando los 14 sobre 28 que obtuvo en la valoración inicial.

IV. b - Limitaciones del estudio

Un estudio como este, n=1 sin controles, no permite establecer relaciones significativas, ni generalizaciones. Son estudios que presentan una validez externa muy limitada, la cual puede ser demostrada mediante distintas repeticiones de la investigación.

Uno de los principales problemas es la interacción sujeto por tratamiento. Distintos sujetos, por sus características individuales, pueden reaccionar de una forma diferente al tipo de tratamiento aplicado, por lo que al finalizar el estudio se observarán los efectos del tratamiento más los de la interacción, siendo esta la razón por la que no se puedan generalizar los resultados.

IV. c - Discusión.

Diferentes estudios y libros afirman la importancia de realizar una buena clasificación en este tipo de fracturas para decidir posteriormente el tratamiento más adecuado.^{3, 5, 6, 19, 20} Para ello es necesario o bien radiografías de la lesión o una resonancia magnética, en nuestro caso se realizaron ambas.^{3, 5, 21, 22}

La decisión de abordar la fractura mediante un tratamiento conservador y un tratamiento quirúrgico radica en la cantidad de hundimiento articular.¹⁹

En las fracturas tipo II según Schatzker, en las que existe hundimiento articular, autores como Shen G, Zhou J (23) o Berkes MB, Little MT (24) afirman, junto con otros estudios, que el mejor abordaje se realiza mediante una reducción percutánea por artroscopia en vez de reducción abierta, que da peores resultados. En la operación hay opción de injerto óseo, estabilizando la fractura mediante tornillos con arandela o placas. Según la bibliografía en nuestro caso el tratamiento quirúrgico elegido fue el

más adecuado.^{3, 4, 5, 23-26} El procedimiento llevado a cabo es muy poco invasivo y permite una movilización temprana, aparte de reducir el período en el hospital y con ello costes y estancia.²⁷

No existen un patrón determinado de cómo debe ser el tratamiento fisioterápico tras la intervención quirúrgica.

Las fracturas de meseta tibial son lesiones en las que existe una importante discapacidad de movimiento y de función muscular. La mayoría de los pacientes que no acuden a fisioterapia obtienen malos resultados a largo plazo, un año tras la operación.²⁸

Todos los estudios están de acuerdo en que el control de los síntomas y la movilización temprana, con especial atención en recuperar la extensión completa (32), son esenciales en el tratamiento tras la operación y facilitan una recuperación precoz.^{3, 4, 5, 29-32}

S. E. Honkonen, P. Kannus, (33), entre otros, remarcan la importancia de recuperar la fuerza del cuádriceps para obtener buenos resultados a largo plazo.^{4, 5, 33}

Un estudio habla sobre la importancia del análisis de la marcha y de recuperar cuanto antes un patrón de marcha normal.^{34, 35}

Coincidiendo con diversos autores nuestro tratamiento en primera instancia se centró en el control de los síntomas (36) y la inflamación y en recuperar el rango articular, manteniendo una buena congruencia.^{3, 4, 5, 15, 36} Se empleó la crioterapia, el método Perfetti y el tratamiento domiciliario para el dolor y la inflamación; mientras que para recuperar el rango articular se emplearon las movilizaciones activas y pasivas, las movilizaciones de la rótula y las tracciones.^{15, 17, 18, 29-32}

Para finalizar se llevó a cabo un plan de entrenamiento muscular y propioceptivo, junto con la reeducación de la marcha y vuelta a la actividad física moderada.^{15, 34, 37} La masoterapia se empleó tras los ejercicios con el fin de relajar la musculatura, suprimir espasmos musculares y eliminar metabolitos de desecho.⁵

Algunos estudios remarcan la importancia de tener en cuenta la artritis post-traumática, una de las complicaciones más frecuentes.^{3, 4, 5, 38} Uno de los estudios más recientes sugiere que una buena congruencia articular postoperatoria y un eje mecánico normal de la pierna son clave para la prevención de la artritis post-traumática. La causa de la dislocación inicial y del daño que sufre el cartílago en el desarrollo de esta complicación sigue sin ser conocida.³⁹

Cabe mencionar un trabajo fin de grado realizado el año pasado sobre una fractura de meseta tibial tipo I según Schatzker en la que se optó por un tratamiento conservador. En el estudio se lleva a cabo un plan de tratamiento fisioterápico justificado y estructurado con el que se obtuvieron buenos resultados.⁴⁰

V- CONCLUSIONES

- El plan de tratamiento fisioterápico propuesto ha obtenido buenos resultados en nuestro paciente, cumpliendo el objetivo principal de devolver la funcionalidad a la rodilla.
- Hemos conseguido restituir el rango articular de la rodilla y disminuir el dolor y el derrame articular.
- El plan de ejercicios para la ganancia de fuerza ha sido efectivo en nuestro paciente.
- Los ejercicios empleados para la mejora del control neuromuscular han mejorado el equilibrio, la coordinación y la estabilidad de la rodilla, ayudando en la reeducación de la marcha.

Anexo I

Anatomía de la rodilla

La rodilla es una articulación bicondílea desde el punto de vista anatómico, pero desde el punto de vista mecánico puede considerarse como una articulación troclear.

La rodilla asegura, por un lado, una función estática, en la cual la transmisión del peso del cuerpo a la pierna le exige una integridad y solidez considerable y, por otro, una función dinámica. De ahí la extrema importancia anatómica y funcional de su aparato ligamentoso.

Dada la escasa congruencia ósea de las articulaciones de la rodilla, la estabilidad y el movimiento en esta articulación deben ser garantizados mediante un complejo ligamentario fuerte. Diferenciamos entre ligamentos interno y externos.



Figura IV. Dibujo anatomía de la rodilla

Ligamentos externos:

- Cara anterior
 - o Ligamento rotuliano
 - o Retináculo rotuliano longitudinal lateral y medial

- Retináculo rotuliano transversal lateral y medial
- Cara medial / lateral
 - Ligamento lateral externo
 - Ligamento lateral interno
- Cara posterior
 - Ligamento poplíteo oblicuo
 - Ligamento poplíteo arqueado

Ligamentos internos:

- Ligamento cruzado anterior
- Ligamento cruzado posterior
- Ligamento transverso de la rodilla
- Ligamentos menisco-femoral posterior

La concordancia entre las superficies articulares femoral y tubiorrotuliana no es perfecta, ya que la concavidad poco marcada de las cavidades glenoideas de la tibia no se adapta bien a la convexidad, mucho más pronunciada, de los cóndilos femorales. Para establecer armonía, vemos que en cada una de las cavidades glenoideas se desarrolla un fibrocartílago en forma de semianillo que se interpone entre los cóndilos femorales y las cavidades glenoideas, a las que sólo se adhieren por sus extremos y cubren parcialmente, ya que dejan visible la concavidad de la plataforma tibial medial y parte de la convexidad lateral.

Los movimientos de flexión y extensión de rodilla se efectúan alrededor de un eje transversal que discurre a través del punto momentáneo de giro para cada posición articular.

El eje de rotación transcurre vertical por la región interna del cóndilo medial de la tibia. Dado que los ligamentos cruzados se enrollan al efectuar la rotación interna, la amplitud de movimientos es mucho menor (unos 10°) que la rotación externa ($30-40^{\circ}$).^{1, 2}

Anexo II

Fracturas

Como resultado de una fractura se produce una necrosis de las células óseas adyacentes. Tras ello una hemorragia que procede de los extremos óseos, los vasos medulares y las partes blandas lesionadas, con formación de un hematoma que se coagula. Este hematoma se vasculariza con rapidez a partir de vasos sanguíneos procedentes de tejidos vecinos. Tras esto se forma hueso reticular nuevo bajo el periostio en los extremos óseos y la respuesta del callo primario que permanece activo sólo durante unas semanas. Existe una formación menos intensa de callo a partir de la cavidad medular. Por último se produce la formación de hueso endóstico nuevo. Cuando los extremos óseos están estabilizados por una fijación interna rígida no hay necesidad funcional de puentes por callo externo. La consolidación de la fractura se produce con lentitud mediante la formación de hueso cortical nuevo entre los extremos de la fractura. Por esta razón, es esencial mantener los dispositivos de fijación interna hasta que se complete el proceso.

Cuando una fractura de hueso cortical se ha reducido con precisión mediante cirugía y los fragmentos se han comprimido y se mantienen después mediante fijación interna rígida con dispositivos de osteosíntesis, el lugar de la fractura queda protegido contra el estrés y el hueso apenas percibe que se ha fracturado. En estas circunstancias no existe estímulo para la producción de callo externo a partir del periostio ni del callo interno a partir del endostio y, en consecuencia la curación de la fractura se produce directamente entre la cortical de un fragmento de la fractura y la cortical del otro fragmento. En las zonas donde existe un contacto preciso los osteoclastos atraviesan el foco microscópico de fractura y a continuación se forman nuevas osteonas. Incluso cuando existe una pequeña separación, la curación es directa mediante la formación de nuevas osteonas que quedan orientadas en el eje del hueso gracias a la remodelación haversiana.

En una fractura el paciente presentará dolor, calor, rubor, tumor e impotencia funcional. En nuestro caso al tratarse de una fractura de meseta

tibial el paciente será incapaz de apoyar todo el peso sobre la extremidad afecta.

El objetivo en este tipo de fracturas es la obtención de una articulación estable, alineada, móvil e indolora y la reducción al mínimo del riesgo de osteoartritis postraumática.

Pueden existir varios tipos de complicaciones. Se pueden dividir en precoces, pérdida de la reducción, trombosis venosa profunda o infección; o tardías, pseudoartrosis, rotura del implante, artrosis postraumática o rigidez de rodilla.³⁻⁵

Anexo III

Valoración fisioterápica

I- Cirtometría

Se lleva a cabo una medición del contorno del muslo y de la pierna. Ambas se realizan con una cinta métrica como la de la figura V. La medición del muslo (volumen del cuádriceps) se realiza 5 cm por encima del polo superior de la rótula. La medición de la pierna (volumen de los gastrocnemios) se realiza 10 cm por debajo del polo inferior de la rótula.



Figura V. Cinta métrica

II- Balance articular: goniometría

Las técnicas goniométricas se emplean para medir y documentar el grado de movimiento articular activo y pasivo, al igual que las posturas de inmovilidad articular consideradas anómalas. Los datos obtenidos a través de las técnicas goniométricas, junto con las pruebas complementarias, permiten:

- Determinar la presencia o ausencia de lesión
- Establecer un diagnóstico
- Establecer el pronóstico, los objetivos de tratamiento y las medidas terapéuticas
- Evaluar los progresos, o ausencia de ellos
- Modificar el tratamiento

- Motivar al paciente
- Averiguar la eficacia de las medidas y los procedimientos terapéuticos.

La rodilla se compone de dos articulaciones distintas localizadas dentro de una única cápsula articular: la articulación femorotibial y la femorrotuliana.

La articulación tibiofemoral es una articulación condiloidea doble con dos grados de libertad. La flexo-extensión se produce en el plano sagital, alrededor del eje medial-lateral; la rotación tiene lugar en el plano transversal en torno a un eje vertical (longitudinal).

En el movimiento activo sin carga, las superficies articulares cóncavas tibiales se deslizan sobre los cóndilos convexos femorales en la misma dirección del movimiento de la diáfisis de la tibia.

La goniometría se lleva a cabo con un goniómetro de dos ramas como el de la figura VI.

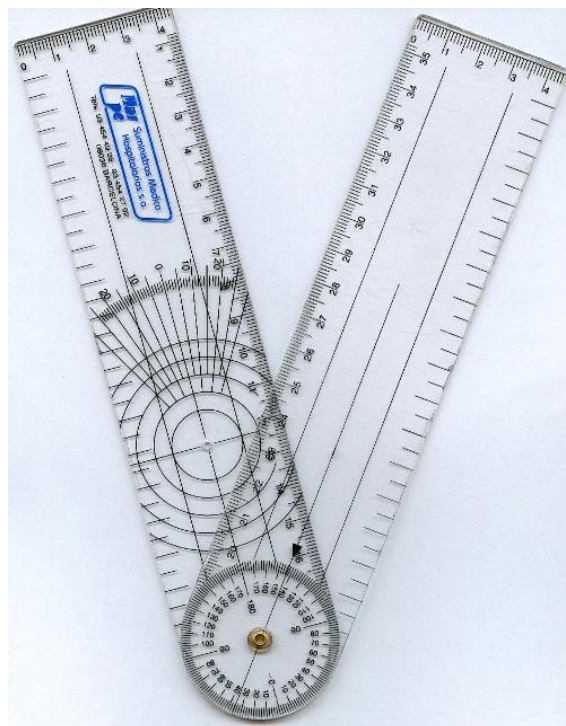


Figura VI. Goniómetro de dos ramas

La flexión:

La amplitud de movimiento de flexión varía entre 132 (Reach y Miles), 142,5 (Boone y Azen) y 150 (AMA).

El sujeto está decúbito supino, con la rodilla en extensión, coloca la cadera a 0 de extensión, abducción y aducción. Desplazar el muslo del paciente hasta aproximadamente 90 grados de flexión de cadera y desplazar al rodilla a flexión.

Habitualmente la sensación de tope es blanda debido al tacto entre la masa muscular de la corva y el muslo. Esta sensación puede ser firme debido a la tensión del vasto interno, el vasto externo y el vasto crural.

Alineación del goniómetro:

- Centrar fulcro sobre el epicóndilo lateral del fémur
- Alinear el brazo proximal del instrumento con la línea lateral del fémur, tomando como referencia el trocánter mayor
- Alinear el brazo distal con la línea media lateral del peroné empleando como referencia el maleo lateral.

La extensión:

Se emplea el mismo procedimiento que en la flexión siendo la alineación del goniómetro la misma.

La sensación terminal es firme debido a la tensión de la cápsula articular posterior, los ligamentos poplíteo oblicuo y poplíteo arqueado, los ligamentos colaterales y los ligamentos cruzados anterior y posterior.

Las rotaciones:

Se miden con la rodilla flexionada a 90°. El eje de rotación transcurre vertical por la región interna del cóndilo medial de la tibia. Dado que los ligamentos cruzados se enrollan al efectuar la rotación interna, la amplitud de movimientos es mucho menor (unos 10°) que la rotación externa (30-40°).

El paciente se colocará en sedestación, al borde de la camilla con las piernas colgando.

Alineación del goniómetro:

- Centrar el fulcro centrada sobre la tróclea femoral
- Una de las ramas se mantiene en la dirección del fémur
- Alinear el brazo con la dirección del segundo metatarsiano⁹

III- Balance muscular

El resultado del balance muscular manual se anota en forma de puntuación numérica, variable entre cero (0), que indica ausencia de actividad, y cinco (5), que corresponde a una respuesta "normal", a la mejor respuesta posible. El grado representa el rendimiento de todos los músculos participantes en el movimiento ejecutado.

Cada puntuación numérica se empareja con una palabra que describe el resultado de la prueba en términos cualitativos.

Puntuación numérica	Puntuación cualitativa
5	Normal (N)
4	Bueno (B)
3	Aceptable (A)
2	Deficiente (D)
1	Vestigio (V)
0	Nulo, ausencia de actividad (0)

Grados más (+) y menos (-)

Se desaconseja la adición de los calificativos más (+) o menos (-) al grado de un balance muscular manual excepto en tres circunstancias: Aceptable +, Deficiente + y Nulo-. La razón para evitar el uso de los signos más o menos consiste en limitar la variedad de los grados en el balance muscular manual a aquellos que son significativos y defendibles.

Músculo grado 3 + (Aceptable +)

Puede realizar la amplitud de movimiento completo contra la gravedad, y el paciente es capaz de mantener la posición final contra una resistencia ligera. Existen implicaciones funcionales relacionadas con este grado.

Muchos clínicos consideran que la adición del calificativo más al grado 3 representa no sólo algo más de fuerza sino también resistencia adicional, ausente en el músculo grado 3 simple.

Flexión de rodilla

Grado 5 (Normal), grado 4 (Bueno), grado 3 (Aceptable)

Posición del paciente: en decúbito prono, con los miembros estirados y los dedos sobresaliendo del borde de la camilla.

Posición del terapeuta: en bipedestación, junto al miembro a explorar. La mano que proporciona resistencia en la superficie posterior de la pierna justo por encima de los maléolos, la resistencia se aplica en dirección de la extensión de la rodilla para los grados 4 y 5.

Prueba: el paciente flexiona la rodilla mientras mantiene la pierna en rotación neutra.

Instrucciones: "doble la rodilla. Mantenga la posición, no deje que yo se la extienda".

Extensión de rodilla

Grado 5 (Normal), grado 4 (Bueno), grado 3 (Aceptable)

Posición del paciente: sentado con las piernas colgando. Se coloca una cuña o almohadilla debajo del muslo distal para mantener el fémur en posición horizontal.

Posición del terapeuta: en bipedestación, en el lado del miembro a examinar. La mano encargada de aplicar resistencia se adapta sobre la superficie anterior de la pierna distal, justo por encima de los maléolos. Para los grados 5 y 4 la resistencia se aplica en dirección descendente (hacia el suelo), en la dirección de flexión de rodilla

Prueba: el paciente extiende la rodilla a través de la amplitud de movimiento disponible, pero no más de 0°.

Instrucciones al paciente: "enderezca la rodilla. Mantenga la posición, no permita que se la doble".

Prueba para el gastrocnemio y el sóleo

Grado 5 (Normal), grado 4 (Bueno), grado 3 (Aceptable)

Posición del paciente: en bipedestación, sobre el miembro que se explora, con la rodilla extendida. Es probable que el paciente necesite soporte externo; no se deben usar más de uno o dos dedos apoyados en una mesa, solo para mantener el equilibrio

Posición del terapeuta: en bipedestación o sentado, observando lateralmente la extremidad a explorar

Prueba: el paciente eleva el talón del suelo, completando toda la amplitud de flexión plantar

Instrucciones: "el terapeuta muestra el movimiento correcto de elevación del talón. Póngase de pie sobre la pierna derecha. Levante el talón del suelo. Ahora bájelo. Repita el movimiento 20 veces. Después se repite con el miembro izquierdo".

Grado 5 (Normal): completa 20 elevaciones, sin descansar ni cansarse.

Grado 4 (Bueno): completa 10-19 elevaciones, sin descansar ni cansarse.

Grado 3 (Aceptable): completa entre 1y 9 elevaciones, sin descansar ni cansarse.

Prueba para el tibial anterior:

Grado 5 (Normal) a grado 0 (Nulo)

Posición del paciente: sentado, con las piernas colgando (como alternativa decúbito supino)

Posición del terapeuta: sentado, delante del paciente, con el talón del paciente apoyado en el muslo. Una mano se adapta alrededor de la parte

posterior de la pierna, justo encima de los maléolos para los grados 5 y 4. La mano que realiza resistencia se adapta sobre la superficie dorsomedial del pie.

Prueba: paciente dorsiflexiona el tobillo e invierte el pie, manteniendo los dedos relajados

Instrucciones al paciente: "mueva el pie hacia arriba y adentro" mantenga la posición no deje que yo le baje el pie. ⁸

IV- Escala Visual Analógica

La Escala Visual Analógica (EVA) es una herramienta válida para medir el dolor. Es una prueba muy sencilla en la que el paciente marca en una línea del 0 al 10 la intensidad de dolor que presenta. La EVA más empleada es una línea de 10 cm con un extremo marcado como "no dolor" y otro que marca "el peor dolor imaginable". Con el paciente se emplea la de la figura VII.¹⁰

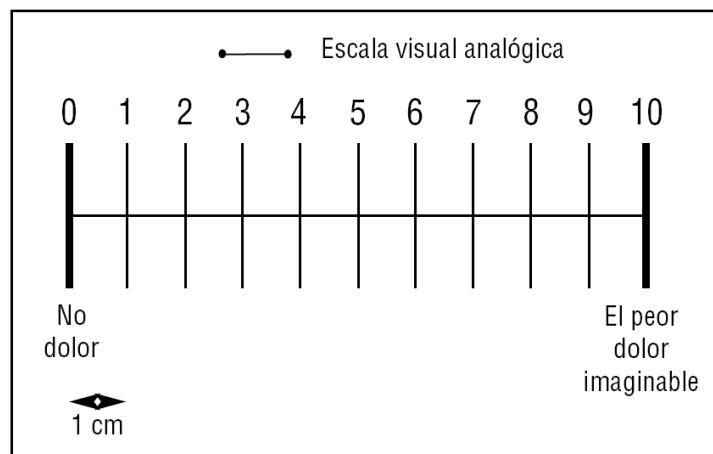


Figura VII. Escala visual analógica

V- Encuesta de KOOS

Knee injury and Osteoarthritis Outcome Store (KOOS)

Puntuación de resultados de lesión de rodilla y osteoartritis

Instrucciones: estas preguntas registrarán su opinión acerca del estado de su rodilla. Esta información nos ayudará a averiguar cómo siente la rodilla y cómo puede desarrollar las AVD. Responda cada pregunta marcando la casilla apropiada. Si no encuentra la respuesta exacta, marque la que más se acerque.

1. Síntomas

Estas preguntas deben ser respondidas pensando en los síntomas de su rodilla durante la semana pasada.

a. ¿Se le ha inflamado la rodilla?

Nunca(4) Raramente(3) A veces(2) Con frecuencia(1) Siempre(0)

b. ¿Sintió crujidos, crepitaciones o algún otro tipo de ruidos al mover su rodilla?

Nunca(4) Raramente(3) A veces(2) Con frecuencia(1) Siempre(0)

c. ¿Se le traba la rodilla al moverla?

Nunca(4) Raramente(3) A veces(2) Con frecuencia(1) Siempre(0)

d. ¿Puede extender completamente la rodilla?

Nunca(4) Raramente(3) A veces(2) Con frecuencia(1) Siempre(0)

e. ¿Puede flexionar completamente la rodilla?

Nunca(4) Raramente(3) A veces(2) Con frecuencia(1) Siempre(0)

*Rigidez: sensación de retracción o enlentecimiento o falta de soltura cada vez que mueve la rodilla.

Las siguientes preguntas se relacionan con el grado de rigidez articular que usted ha experimentado en la última semana en su rodilla.

f. ¿Cuán severa es esta rigidez al levantarse por primera vez a la mañana?

- Nada(4) Ligera(3) Moderada(2) Severa(1) Extrema(0)

g. ¿Cuán severa es esta rigidez durante el día?

- Nada(4) Ligera(3) Moderada(2) Severa(1) Extrema(0)

2. Dolor

a. ¿Cuán seguid tiene dolor de rodilla?

- Nunca(4) Mensualmente(3) Semanalmente(2) Diariamente(1) Siempre(0)

¿Cuál es el grado de dolor de rodilla que usted ha experimentado en la última semana durante las siguientes actividades?

b. Girando o pivoteando sobre la rodilla

- Nada(0) Ligera(1) Moderado(2) Severo(3) Extremo(0)

c. Al extender totalmente la rodilla

- Nada(0) Ligera(1) Moderado(2) Severo(3) Extremo(0)

d. Al flexionar totalmente la rodilla

- Nada(0) Ligera(1) Moderado(2) Severo(3) Extremo(0)

e. Caminando sobre una superficie plana

Nada(0) Ligera(1) Moderado(2) Severo(3) Extremo(0)

f. Subiendo o bajando escaleras

Nada(0) Ligera(1) Moderado(2) Severo(3) Extremo(0)

g. A la noche mientras está en la cama

Nada(0) Ligera(1) Moderado(2) Severo(3) Extremo(0)

h. Estando sentado (descansando)

Nada(0) Ligera(1) Moderado(2) Severo(3) Extremo(0)

i. Al ponerse de pie

Nada(0) Ligera(1) Moderado(2) Severo(3) Extremo(0)

3. Actividades de la vida diaria (AVD)

El siguiente apartado está relacionado con su nivel de actividad física. A través de éste, nosotros conoceremos su habilidad para desenvolverse y desarrollar sus cuidados personales.

Para cada una de las siguientes actividades, por favor, indique el grado de dificultad que usted ha experimentado realizándolas.

a. Bajando las escaleras

Nada(4) Ligera(3) Moderada(2) Severa(1) Extrema(0)

b. Subiendo escaleras

Nada(4) Ligera(3) Moderada(2) Severa(1) Extrema(0)

c. Levantarse desde sentado

Nada(4) Ligera(3) Moderada(2) Severa(1) Extrema(0)

d. Permanecer mucho tiempo de pie

Nada(4) Ligera(3) Moderada(2) Severa(1) Extrema(0)

e. Agacharse a tomar un objeto al suelo

Nada(4) Ligera(3) Moderada(2) Severa(1) Extrema(0)

f. Caminar en terreno plano

Nada(4) Ligera(3) Moderada(2) Severa(1) Extrema(0)

g. Entrar o salir del auto

Nada(4) Ligera(3) Moderada(2) Severa(1) Extrema(0)

h. Ir de compras

Nada(4) Ligera(3) Moderada(2) Severa(1) Extrema(0)

i. Ponerse las medias o el calzado

Nada(4) Ligera(3) Moderada(2) Severa(1) Extrema(0)

j. Levantarse de la cama

Nada(4) Ligera(3) Moderada(2) Severa(1) Extrema(0)

k. Sacarse las medias o el calzado

- Nada(4) Ligera(3) Moderada(2) Severa(1) Extrema(0)

l. Darse vuelta en la cama dejando la rodilla en el lugar

- Nada(4) Ligera(3) Moderada(2) Severa(1) Extrema(0)

m. Entrar o salir de la bañera

- Nada(4) Ligera(3) Moderada(2) Severa(1) Extrema(0)

n. Sentarse

- Nada(4) Ligera(3) Moderada(2) Severa(1) Extrema(0)

o. Sentarse e incorporarse

- Nada(4) Ligera(3) Moderada(2) Severa(1) Extrema(0)

p. Realizar tareas domésticas pesadas (mover cargas pesadas, limpiar el piso, etc.)

- Nunca(4) Raramente(3) A veces(2) Con frecuencia(1) Siempre(0)

q. Realizar tareas domésticas livianas (cocinar, pasar el plumero, etc.)

- Nunca(4) Raramente(3) A veces(2) Con frecuencia(1) Siempre(0)

4. Deportes y actividades recreativas

El siguiente apartado está relacionado con su nivel de actividad física mayor que lo cotidiano. Estas preguntas nos ayudarán a entender el grado de

dificultad que usted ha experimentado en la última semana debido a su rodilla.

a. Ponerse de cuclillas

Nada(4) Ligera(3) Moderada(2) Severa(1) Extrema(0)

b. Correr

Nada(4) Ligera(3) Moderada(2) Severa(1) Extrema(0)

c. Saltar

Nada(4) Ligera(3) Moderada(2) Severa(1) Extrema(0)

d. Pivotar sobre la rodilla afectada

Nada(4) Ligera(3) Moderada(2) Severa(1) Extrema(0)

e. Arrodillarse (estar de rodillas)

Nada(4) Ligera(3) Moderada(2) Severa(1) Extrema(0)

5. Calidad de vida

a. ¿Cada cuanto usted percibe problemas en su rodilla?

Nunca(4) Mensualmente(3) Semanalmente(2) Diariamente(1) Siempre(0)

b. ¿Ha modificado su estilo de vida para cuidar potenciales daños en su rodilla?

En absoluto(4) Levemente(3) Moderadamente (2) Severamente(1) Totalmente(0)

c. ¿Cuánta dificultad le crea la pérdida de seguridad en su rodilla?

En absoluto(4) Levemente(3) Moderadamente (2) Severamente(1) Totalmente(0)

d. En general, ¿cuánto le limita su rodilla?

En absoluto(4) Levemente(3) Moderadamente (2) Severamente(1) Totalmente(0)

Notas: El resultado es de 0 a 100 ponderado para cada ítem.^{11,12}

VI- Escala de Tinetti

El tiempo aproximado de aplicación de esta prueba es de 8 a 10 minutos. El entrevistador camina detrás del paciente y le solicita que responda a las preguntas relacionadas a la marcha. Para contestar lo relacionado con el equilibrio, el entrevistador permanece de pie junto al paciente (enfrente y a la derecha).

La puntuación se totaliza cuando el paciente se encuentra sentado.

Interpretación:

A mayor puntuación mejor funcionamiento. La máxima puntuación para la marcha es 12, para el equilibrio es 16. La suma de ambas puntuaciones proporciona el riesgo de caídas.

Evaluación de la marcha

El paciente permanece de pie con el examinador, camina por el pasillo o habitación (unos 8 metros) a paso normal.		Pts.	
Iniciación de la marcha	Algunas vacilaciones o múltiples intentos para empezar	0	
	No vacila	1	
Longitud y altura	Mov. pie dcho.	No sobrepasa al pie izdo. con el paso	0
		Sobrepasa al pie izdo.	1
	El pie dcho. no se separa completamente del suelo con el paso	0	
		El pie dcho. se separa completamente del	1

de paso		suelo	
	Mov. pie izdo.	No sobrepasa al pie dcho. con el paso	0
		Sobrepasa al pie dcho.	1
		El pie izdo. no se separa completamente del suelo con el paso.	0
		El pie izdo. se separa completamente del suelo	1
Simetría del paso		La longitud de los pasos con los pies izdo. y dcho. no es igual.	0
		La longitud parece igual	1
Fluidez del paso		Paradas entre los pasos	0
		Los pasos parecen continuos	1
Trayectoria (observar el trazado que realiza uno de los pies durante tres metros)		Desviación grave de la trayectoria	0
		Leve/moderada desviación o usa ayudas para mantener la trayectoria	1
		Sin desviación o uso de ayudas	2
Tronco		Balanceo marcado o uso de ayudas	0
		No se balancea al caminar pero flexiona las rodillas o la espalda, o separa los brazos al caminar	1
		No se balancea ni flexiona ni usa otras ayudas al caminar	2
Postura al caminar		Talones separados	0
		Talones casi juntos al caminar	1
Total Marcha (12)			

Tabla X. Escala de Tinetti, marcha

Evaluación del equilibrio

El paciente permanece sentado en una silla rígida sin apoyar los	Pts.
--	------

brazos. Se realizan las siguientes maniobras.		
Equilibrio sentado	Se inclina o desliza en la silla	0
	Se mantiene seguro	1
Levantarse	Incapaz sin ayuda	0
	Capaz pero usa los brazos para ayudarse	1
	Capaz sin usar los brazos	2
Intentos para levantarse	Incapaz sin ayuda	0
	Capaz pero necesita más de un intento	1
	Capaz de levantarse en un intento	2
Equilibrio en bipedestación	Inestable	0
	Estable con apoyo amplio (talones separados más de 10 cm) y usa bastón u otros apoyos	1
	Estable sin andador u otros apoyos	2
Empujar al paciente en bipedestación con el tronco erecto y los pies tan juntos como sea posible. El examinador empuja suavemente en el esternón del paciente con la palma de la mano, tres veces.		
	Empieza a caerse	0
	Se tambalea, se agarra, pero se mantiene	1
	Estable	2
Ojos cerrados	Inestable	0
	Estable	1
Vuelta de 360 grados	Pasos discontinuos	0
	Continuos	1
	Inestable (se tambalea o agarra)	0
	Estable	1
Sentarse	Inseguro, calcula mal la distancia, cae en la silla	0
	Usa los brazos o el movimiento es brusco	1
	Seguro, movimiento suave	2
Total equilibrio (16)		

Tabla XI. Escala de Tinetti, equilibrio

TOTAL MARCHA + TOTAL EQUILIBRIO (28) =^{13,14}

Anexo IV

Consentimiento informado

Yo Don....., con dni..... en calidad de paciente concedo permiso a Gabriel González Sabio con dni 76790800-N, para que mi caso sea desarrollado como trabajo de investigación. De este modo permito que se me realice un seguimiento y tratamiento acorde con lo que el experimentador crea conveniente para mí. El experimentador es un alumno de 4º de Fisioterapia que ha escogido realizar su trabajo de investigación en el tercer rotatorio de prácticas.

He podido realizar preguntas sobre el estudio y recibido suficiente información sobre el trabajo de investigación. Mi participación es voluntaria, por lo que en cualquier momento, sin necesidad de dar explicaciones y sin que esto repercuta en mis cuidados médicos, puedo revocar el consentimiento que ahora presto.

La información que se recoja será confidencial y no se usará para otro propósito fuera de los de la investigación. Doy permiso para que mi caso pudiera aparecer en documentos impresos, versiones en línea y otras licencias.

Autorizo también a la toma de fotografías y grabación de vídeo, siempre y cuando no se me reconozca y no aparezca mi cara en ellos, siendo esta pixelada si fuese necesario.

Estos datos serán tratados y custodiados con respecto a mi intimidad y a la vigente ley de protección oficial de datos.

Así mismo, Gabriel González Sabio, autor del trabajo, se compromete a que en toda la extensión del mismo se garantice la confidencialidad del paciente ocultando tanto su rostro en fotografías, como sus datos filiales, de tal manera que si el trabajo es publicado en algún medio de divulgación científica o en la base de datos propia de la universidad nadie podrá identificar al paciente que ha sido objeto de este estudio.

En Zaragoza a..... de.....de

Anexo V

Ortesis

Una ortesis es aquel dispositivo aplicado externamente sobre la rodilla, utilizado para modificar las características estructurales o funcionales del complejo neuromusculoesquelético de la misma. Se aplica con la intención de mantener, mejorar o restaurar su función. Al paciente se le administró una ortesis funcional, diseñada para aporta estabilidad y seguridad a la rodilla. La órtesis que llevo fue como la de la figura VIII, una órtesis tipo dual.

La ortesis para el control de la flexo-extensión consta de dos sólidas valvas termoplásticas situadas sobre la cara posterior de la región distal del muslo, y otra sobre la cara anterior de la región proximal de la pierna. La valva anterior sobre la cresta tibial se protege con una almohadilla blanda para mayor comodidad, y la valva posterior del muslo con una almohadilla supracondílea regulable que permite asegurar la correcta posición de la órtesis. Los velcros sirven para fijar la órtesis y graduar la presión. Las articulaciones bilaterales de rodilla bloqueables en flexo-extensión anulan o limitan el movimiento de la rodilla, mediante topes que varían posición de acuerdo con el grado de movimiento deseado.



Figura VIII. Ortesis dual

Anexo VI

Técnicas fisioterápicas

Fase I

Movilizaciones rótula:

Paciente decúbito supino en la camilla con la rodilla afecta en reposo. Fisioterapeuta se coloca homolateral a la rodilla a tratar y realiza con sus dedos movilizaciones cráneo-caudales y laterales de la rótula. El objetivo de esta técnica es disminuir el derrame articular y trabajar la movilidad de la rótula.

Tracciones grado I-II: tracción en caso de dolor e hipomovilidad

Paciente decúbito prono con la articulación en posición de reposo. Una de las manos del fisioterapeuta toma el muslo del paciente desde el lado dorsal y lo fija contra la camilla; mientras que la otra mano toma la tibia del paciente desde el lado medial la mueve en sentido distal (siguiendo la dirección de la pierna). El dedo pulgar de la mano que se encuentra fijando el muslo palpa la interlínea articular

El objetivo principal de esta técnica es tratar el dolor y la hipomovilidad que pueda existir en la articulación de la rodilla. También puede servirnos como técnica de valoración.

Movilizaciones pasivas y activas de la rodilla en descarga

Las movilizaciones pasivas se realizaron con el paciente en decúbito prono. El fisioterapeuta fija con una mano el muslo del paciente y con la otra realiza las movilizaciones pasivas suaves respetando los movimientos fisiológicos de la rodilla a la flexión (la rotación interna) y a la extensión (la rotación externa).

El paciente realizó las movilizaciones activas de rodilla en decúbito supino con triple flexión de cadera.

Tratamiento de las cicatrices

En primer lugar calentamos la zona con pases longitudinales de más externo a más interno y de más superficial a más profundo. Tras calentar la zona comenzamos con técnicas de tratamiento como la de cizalla con pulgares, también podemos levantarla y desplazarla o realizar pinzado rodado.

Isométricos de cuádriceps

Paciente decúbito supino con la pierna afecta en extensión. Se le pide una contracción isométrica del cuádriceps. A modo de explicación le colocamos una mano debajo del hueso poplíteo y le pedimos que nos chafe la mano.

Cada día realiza 4 series de 10 repeticiones de 10 segundos de contracción cada repetición, con 30 segundos de descanso entre cada serie.

Potenciación de musculatura de la cadera

El paciente realiza ejercicios en cadena cinética abierta con un peso, si es necesario, atado al tercio distal del fémur.

Se trabaja cada día la flexión, la extensión y la abducción de cadera. Se realizan 4 series de 20 repeticiones con 30 segundos de descanso entre serie y serie, para cada movimiento.

La flexión se realiza con el paciente en decúbito supino y la rodilla en extensión; la abducción con el paciente en decúbito lateral con la rodilla extendida; y la extensión con el paciente en decúbito prono con la rodilla flexionada si no le causa dolor.

Ejercicio terapéutico cognoscitivo de Perfetti + propiocepción

Método que nace en Italia en los años 70, se basa en la activación de procesos cognitivos que pueden proporcionar perfeccionamiento de las capacidades deterioradas. Se pueden realizar ejercicios de tres grados. Se basa en: la reeducación como aprendizaje, el movimiento como conocimiento y el cuerpo como superficie receptor.

Muchos pensarán que va dirigido únicamente a pacientes con alteraciones neurológicas, en concreto, a los que presentan hemiplejía. El ejercicio terapéutico cognoscitivo (ETC) puede ser muy adecuado para las afectaciones de tipo traumatológico.

El ETC se basa en la teoría Neurocognitiva. Propone como hipótesis de trabajo, el hecho que la calidad de la recuperación depende de los tipos de procesos cognitivos (atención, memoria, lenguaje, imagen...).

Para entender la relación entre cognición y recuperación hay que tener en cuenta 3 puntos fundamentales de la teoría neurocognitiva:

- Interpretar al hombre desde un punto de vista sistémico
- El movimiento tiene una función cognitiva
- Una alteración de la función cognoscitiva está relacionada con la integridad y el buen funcionamiento de los tejidos

Estudios de neurociencia como los de Merzenich y Kaas, afirman que cuando hay una disminución o pérdida de la fuente informativa, a nivel cerebral se producen cambios. El espacio destinado previamente para los informaciones de las rodillas será ocupado, con el tiempo, por nuevas informaciones de otras partes del cuerpo.

El ETC sirve para organizar de nuevo el movimiento ocupándose de la relación entre las partes del cuerpo y aquello que siente y piensa el paciente (procesos cognitivos).

Durante el la primera fase empleamos dos ejercicios:

- 1- Con el paciente en sedestación y los ojos cerrados se realizaba una carga suave sobre una determinada superficie (había tres tipos) a la que se identificaba con un nombre o color determinado.
- 2- Con el paciente en decúbito supino y los ojos cerrados se le colocaba el talón sobre la camilla en tres posiciones diferentes de flexión, relacionando cada posición con un número, letra o nombre determinado, el paciente tenía que ser capaz de reconocer donde se encontraba el talón.

Crioterapia

El frío ejerce varios efectos sobre los tejidos vivos: vasoconstricción y reducción de la inflamación aguda, a nivel hemodinámico; descenso de la velocidad de conducción, disminución del tono y analgesia, como efecto neuromusculares. Con el paciente se emplearon las bolsas de frío. Éstas junto con el hielo consiguen un rápido descenso de la temperatura en la piel y mucho más lenta del músculo, dependiendo en gran parte del espesor de la grasa subdérmica.



Figura IX. Bolsa de frío

Tratamiento domiciliario del dolor y la inflamación

Se le recomienda al paciente que coloque siempre que pueda la pierna en declive, que realice ejercicios circulatorios con los tobillos y si es necesario por el dolor o la inflamación que se aplique crioterapia.

Fase II

Ejercicio físico moderado

A partir de la semana 12, a modo de calentamiento, el paciente comienza la sesión con 20 minutos de bicicleta estática a una intensidad muy baja, sin apenas resistencia.

Plan progresión ejercicios de propiocepción (puesta en carga progresiva)

La propiocepción puede definirse como la capacidad que tiene el organismo de percibir la posición y el movimiento de sus estructuras, especialmente las que componen el aparato musculoesquelético. El sistema propioceptivo es el encargado de mandar información aferente al a médula sobre los reflejos medulares y sobre el estado artocinemático de una articulación.

El trabajo propioceptivo se convive como una reeducación sensitivo-perceptivo-motriz, que trata de poner en marcha, a nivel de la corteza cerebral los conceptos de sensación, percepción y respuesta motora.

Los objetivos de la reeducación propioceptiva persiguen el reentrenamiento de las vías aferentes alteradas, lo que tiene como resultado un aumento de la sensación de movimiento articular:

- Devolver estabilidad articular y ligamentosa a la estructura dañada, evitando la aparición de una inestabilidad funcional
- Mejorar la eficacia y rapidez de respuesta neuromuscular ante diferentes agresiones
- Conseguir un mayor control de la posición y del movimiento de esa estructura
- Adquirir nuevas capacidades de respuesta ante movimientos que se asemejan al movimiento lesivo
- Conseguir un estado funcional similar o incluso superior al estado previo de la lesión

En la fase I de nuestro tratamiento se realizan cargas progresivas a la vez que los ejercicios terapéuticos cognoscitivos de Perfetti.

Dentro de la fase II de tratamiento, dividimos el entrenamiento propioceptivo en varias fases:

Fase I: entrenamiento estático: semanas 10 y 11

- Ejercicios realizados
 - En hendidura
 - Desequilibrios unidireccionales/multidireccionales
 - Ojos abiertos/ojos cerrados



Figura X. Posición en hendidura

- En bipedestación
 - Desequilibrios unidireccionales/multidireccionales
 - Ojos abiertos/ojos cerrados
- Ejercicios cadena cinética cerrada con apoyo parcial
 - 4 series de 10 repeticiones al 40% con 30 segundos de descanso entre serie y serie

Fase II: entrenamiento estático avanzado: semana 12

- Ejercicios realizados
 - En hendidura
 - Lo mismo que en la fase I en planos inestables



Figura XI. Posición de hendidura con plano inestable

- En bipedestación
 - Lo mismo que en la fase I en planos inestables
- Ejercicios en cadena cinética cerrada con apoyo parcial en plataforma inestable
 - 4 series de 10 repeticiones al 40% con 30 segundos de descanso entre serie y serie



Figura XII. Ejercicio en cadena cinética cerrada con apoyo parcial en plataforma inestable I



Figura XIII. Ejercicio en cadena cinética cerrada en plataforma inestable II

- Trabajo en carga parcial en apoyo monopodal
 - Paciente en sedestación realiza cargas parciales sobre el plato de Bohler

Fase III: entrenamiento básico dinámico: semana 13

- Ejercicios realizados
 - Apoyo monopodal, carga completa
 - Desequilibrios unidireccionales/multidireccionales
 - Ojos abiertos/cerrados



Figura XIV. Apoyo monopodal carga completa

- Apoyo monopodal, carga completa en superficie inestable



Figura XV. Apoyo monopodal en superficie inestable

Plan de potenciación de la musculatura de la rodilla

A partir de la fase II de tratamiento se llevó a cabo la potenciación de la musculatura de la rodilla. Se escogieron varios ejercicios para potenciar el cuádriceps, los isquiotibiales, gemelos y sóleo.

Durante la semana 10 y 11 se realizaron ejercicios de cuádriceps e isquiotibiales en el banco de Colson (cadena cinética abierta). Se llevó a cabo un entrenamiento básico de nivel I en el que el paciente realizaba 4 series de 12 repeticiones al 40% con 30 segundos de descanso. Las realizó con 2 kilos. Durante esta semana también realizó un ejercicio de gemelos y sóleo en cadena cinética cerrada parcial. Paciente en sedestación con la planta del pie apoyada completamente sobre el suelo realizar flexión plantar despegando el talón del suelo. Mismas repeticiones con un peso de 1 kilo sobre el tercio distal del fémur.

Durante la semana 11 se realizaron ejercicios de cuádriceps e isquiotibiales en el banco de Colson. Se llevó a cabo un entrenamiento básico de nivel III en el que el paciente realizó 3 series de 12 repeticiones al 70% con dos minutos de descanso entre serie y serie. Las realizó con 4 kilos. También se realizó el ejercicio de gemelos y sóleo. Mismas repeticiones con 3 kilos sobre el tercio distal del fémur.

Durante la semana 12 se realizaron los mismos ejercicios de cuádriceps e isquiotibiales. El paciente realizó 3 series de 10 repeticiones al 80% con dos minutos y medio de descanso entre serie y serie. Las realizó con 6 kilos. El ejercicio de gemelos y sóleo pasó a realizarse en bipedestación con apoyo bipodal. Se incorporaron las sentadillas como ejercicio en cadena cinética cerrada (mismas repeticiones).



Figura XVI. Banco de Colson

Reeducación de la marcha

A partir de la semana 9 se comenzó con la reeducación de la marcha. Nos fijamos en evitar que existiera claudicación de la marcha, que los pasos fuesen de la misma longitud, que la fase de apoyo se realizase con el talón, que la fase de oscilación fuese igual con un pie que con el otro y que la fase

de despegue se realizase de forma correcta, siendo el dedo gordo el último en despegar del suelo.

La reeducación se llevó a cabo en las barras paralelas y andando por el gimnasio. El paciente comenzó con dos bastones. Durante la semana 10 se le retiró un bastón y al finalizar la semana 12 comenzó a andar sin ayuda de bastón.

La carga en la pierna con la lesión fue progresiva y una vez recuperado el patrón de marcha se comenzó a andar por terrenos irregulares, se comenzó a subir y bajar escaleras y a emplear la rampa.



Figura XVII. Material empleado en el gimnasio

Masoterapia

Combinación de movimientos técnicos manuales (maniobras) realizadas armoniosa y metódicamente, con fines higiénico-preventivos o terapéuticos, que al ser aplicado con las manos, permite valorar el estado de los tejidos tratados.

Sobre el plano neurológico el masaje estimula los receptores cutáneos y produce efecto relajante; sobre el plano bioquímico libera mediadores químicos; y sobre el plano vascular mejora el retorno venoso, produce una vasoconstricción refleja y luego una vasodilatación, aumenta y acelera la circulación arterial y mejora la circulación linfática.

La masoterapia se llevó a cabo al finalizar la sesión para recuperar la capacidad contráctil del músculo, reducir el tono muscular, eliminar toxinas y sustancias de desecho metabólico del músculo, evitar adherencias y ayudar a la realineación de las fibras tras una lesión.

VII- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. A.L.Kapandji. Fisiología articular. Volumen II. Miembro inferior. 6ª ed.: Médica Panamericana; 2010.
2. Michael Schünke, Erik Schulte, Udo Schumacher. Prometheus: Texto y atlas de anatomía. Tomo 1 Anatomía General y Aparato Locomotor. 2ª ed. Madrid: Panamericana; 2010.
3. Ronald Mcrae, Max Esser. Tratamiento práctico de las fracturas. 5ª ed. Barcelona: Elsevier; 2010.
4. Robert Bruce Salter. Trastornos y lesiones del sistema musculoesquelético, introducción a la ortopedia, fracturas y lesiones articulares, reumatología, osteopatía metabólica y rehabilitación. 3ª ed. Barcelona: Elsevier Masson; 2000.
5. Robert W. Bucholz, James D. Heckman. Fracturas en el adulto. Tomo 3. 5ª ed. Madrid: Marbán Libros, S.L; 2003.
6. Dr. Alejandro Álvarez López, Dra.Yenima García Lorenzo, Dr. Mario Gutiérrez Blanco, Dr. Daniel R. Montanchez Salamanca. Schatzker classification of tibial plateau fractures. Revista Archivo Médico de Camagüey versión ISSN 1025-0255 AMC v.14 n.6 Camagüey nov.-dic. 2010
7. Zeltser DW, Leopold SS. Clasifications brief: Schatzker classification of tibial plateau fractures. Clin Orthop Relat Res. 2013 Feb;471 (2): 371-4. Doi: 10.1007/s119999-012-2451-z.
8. Helen J. Hislop, Jacqueline Montgomery, Lucille Daniels, Catherine Worthingham. Técnicas de Balance muscular: Daniels & Worthingham; 7ª ed. Barcelona: Elsevier S.A.; 2010.
9. Cynthia C. Norkin, D. Joyce White. Goniometría: Evaluación de la movilidad articular. 4ª ed. Madrid: Marbán Libros, S.L.; 2006.
10. Boonstra AM, Schiphorst Preuper HR, Reneman MF, Posthumus JB, Stewart RE. Reliability and validity of the visual analogue scale for disability in patients with chronic musculoskeletal pain. Int J Rehabil Res. 2008 Jun; 31 (2):165-9.

11. Castellet Feliu, Vidal N , Conesa X. Escalas de valoración en cirugía ortopédica y traumatología [Rating scales in orthopaedic surgery and traumatology]. Mapfre Vol 21 Supl 1. Barcelona; 2010.
12. Roos EM, Toksvig-Larsen S. Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS) - validation and comparison to the WOMAC in total knee replacement. Health Qual Life Outcomes. 2003 May 25;1:17.
13. Panella Lorenzo, Tinelli Carmine, Buizza Angelo, Lombardi Remo, Gandolfi Roberto. Towards objective evaluation of balance in the elderly: validity and reliability of a measurement instrument applied to the Tinetti test International Journal of Rehabilitation. Research: March 2008 - Volume 31 - Issue 1 - pp 65-72.
14. Raïche M, Hébert R, Prince F, Corriveau H. Screening older adults at risk of falling with the Tinetti balance scale. Lancet. 2000 Sep 16;356(9234):1001-2.
15. A. Basas García, C. Fernández de las Peñas, J.A. Martín Urrialde. Tratamiento fisioterápico de la rodilla. Madrid: Mc Graw-Hill/Interamericana de España, S.A.U; 2003.
16. Ramón Validot Pericé, Oriol Cohí Riambau, Salvador Clavell Paloma. Ortesis y prótesis del aparato locomotor, 2.2 extremidad inferior, parálisis, fracturas, lesiones ligamentosas de rodilla y tobillo, amputaciones y protetización. Barcelona: Elsevier Masson, S.A.; 2005.
17. Freddy M. Kalternborn. Fisioterapia Manual, Extremidades. 10ª ed. Madrid: McGraw-Hill Interamericana; 2001.
18. Asociacionperfetti.com [Internet] Barcelona: Asociación Española de Rehabilitación Neurocognitiva Perfetti (AERNP); c 2014 [citado 10 mayo 2014]. Disponible en: <http://www.asociacionperfetti.com>
19. Miguel Ángel Ocegueda-Sosa, Adriana Abigail Valenzuela-Flores, Víctor Daniel Aldaco-García, Sergio Flores-Aguilar, Nicolás Manilla-Lezama, Jorge Pérez-Hernández. Guía de práctica clínica Fractura cerrada de la meseta tibial en el adulto. Rev Med Inst Mex Seguro Soc. 2013;51(5):592-9

20. Thomas Ch, Athanasiov A, Wullschlegler M, Schuetz M. Current concepts in tibial plateau fractures. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech.* 2009 Oct;76(5):363-73
21. Stroet MA, Holla M, Biert J, van Kampen A. The value of a CT scan compared to plain radiographs for the classification and treatment plan in tibial plateau fractures. *Emerg Radiol.* 2011 Aug;18(4):279-83. doi: 10.1007/s10140-010-0932-5. Epub 2011 Mar 11.
22. Markhardt BK, Gross JM, Monu JU. Schatzker classification of tibial plateau fractures: use of CT and MR imaging improves assessment. *Radiographics.* 2009 Mar-Apr;29(2):585-97.
23. Shen G, Zhou J; [Comparison study on effectiveness between arthroscopy assisted percutaneous internal fixation and open reduction and internal fixation for Schatzker types II and III tibial plateau fractures]. *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi.* 2011 Oct;25(10):1201-4.
24. Berkes MB, Little MT, Schottel PC, Pardee NC, Zuiderbaan A, Lazaro LE, Helfet DL, Lorich DG. Outcomes of Schatzker II tibial plateau fracture open reduction internal fixation using structural bone allograft. *J Orthop Trauma.* 2014 Feb;28(2):97-102.
25. Kayali C, Oztürk H, Altay T, Reisoglu A, Agus H. Arthroscopically assisted percutaneous osteosynthesis of lateral tibial plateau fractures. *Can J Surg.* 2008 Oct;51(5):378-82.
26. Raza H, Hashmi P, Abbas K, Hafeez K. Minimally invasive plate osteosynthesis for tibial plateau fractures. *J Orthop Surg (Hong Kong).* 2012 Apr;20(1):42-7.
27. Sament R, Mayanger JC, Tripathy SK, Sen RK; Closed reduction and percutaneous screw fixation for tibial plateau fractures. *J Orthop Surg (Hong Kong).* 2012 Apr;20(1):37-41.
28. Gaston P, Will EM, Keating JF. Recovery of knee function following fracture of the tibial plateau. *J Bone Joint Surg Br.* 2005 Sep;87(9):1233-6.
29. Onderko LL, Rehman S. Treatment of articular fractures with continuous passive motion. *Orthop Clin North Am.* 2013 Jul;44(3):345-56, ix. Epub 2013 May 16.

30. Shrestha BK, Bijukachhe B, Rajbhandary T, Uprety S, Banskota AK. Tibial plateau fractures: four years review at B & B Hospital. Kathmandu Univ Med J (KUMJ). 2004 Oct-Dec;2(4):315-23.
31. Kraus TM, Martetschläger F, Müller D, Braun KF, Ahrens P, Siebenlist S, Stöckle U, Sandmann GH. Return to sports activity after tibial plateau fractures: 89 cases with minimum 24-month follow-up. Am J Sports Med. 2012 Dec; 40(12):2845-52.
32. Thomas Ch, Athanasiov A, Wullschleger M, Schuetz M. Current concepts in tibial plateau fractures. Acta Chir Orthop Traumatol Cech. 2009 Oct;76(5):363-73.
33. S.E. Honkonen, P. Kannus, A. Natri, K. Latvala, M.J. Järvinen. Isokinetic performance of the thigh muscles after tibial plateau fractures. International Orthopedics, SICOT, 1997, 21:323-326
34. Tokunaga M. Bone disease with pain. Tibial plateau fracture. Clin Calcium. 2008 Oct;18(10):1493-503.
35. Jaime Javier Valenzuela Campillay. Método de reeducación neuro-músculo-esquelético, Recuperación dinámica y funcional de la marcha y postura del ser. 1ª ed. Madrid: Dilema; 2009.
36. Stuart A Callary, Dominic Thewlis, Alex V Rowlands, David M Findlay, and Lucian B Solomon. Collecting a comprehensive evidence base to monitor fracture rehabilitation: A case study World J Orthop. Oct 18, 2013; 4(4): 259–266. [PubMed] PMID: PMC3801245
37. Song QZ, Li T. Operative treatment for complex tibial plateau fractures. Zhongguo Gu Shang. 2012 Mar;25 (3): 202-
38. Mehin R, O'Brien P, Broekhuysse H, Blachut P, Guy P. Endstage arthritis following tibia plateau fractures: average 10-year follow-up. Can J Surg. 2012 Apr;55(2):87-94.
39. Parkkinen M, Madanat R, Mustonen A, Koskinen SK, Paavola M, Lindahl J. Factors predicting the development of early osteoarthritis following lateral tibial plateau fractures Mid-term clinical and radiographic outcomes of 73 operatively treated patients. Scand J Surg. 2014 Apr 15.
40. Leticia García Gil. Fisioterapia de la fractura de meseta tibial externa; trabajo fin de grado de fisioterapia. Universidad de Zaragoza, Facultad de Ciencias de la Salud.



<http://zaguan.unizar.es/TAZ/EUCS/2013/10811/TAZ-TFG-2013-274.pdf>