

Universidad Inca Garcilaso De La Vega

Facultad de Tecnología Médica

Carrera de Terapia Física y Rehabilitación



ENFERMEDAD DE OSGOOD-SCHLATTER: ENFOQUE EN TERAPIA FÍSICA

Trabajo de investigación

Trabajo de Suficiencia Profesional

Para optar por el Título Profesional

VALQUI AGUILAR, Joselyn Sadith

Asesor:

MG. ARAKAKI VILLAVICENCIO, José Miguel Akira

Lima – Perú

Enero - 2018

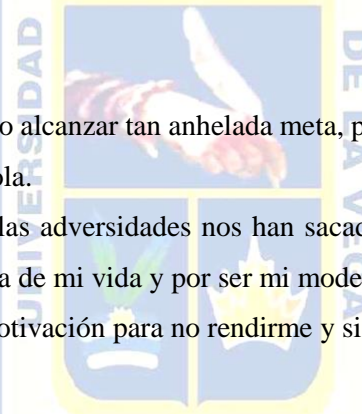




**ENFERMEDAD DE OSGOOD SCHLATTER:
ENFOQUE EN TERAPIA FÍSICA**

DEDICATORIA

INCA GARCILASO



Este trabajo está dedicado:

A Dios; porque me ha permitido alcanzar tan anhelada meta, por ser mi fuerza a cada instante de mi vida y por nunca dejarme sola.

A mis padres; que a pesar de las adversidades nos han sacado adelante, por todo su cariño y paciencia y apoyo en cada etapa de mi vida y por ser mi modelo a seguir.

A mi familia por su cariño y motivación para no rendirme y siempre apoyarme.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios; por ser mi fuerza en este largo camino.

A mis padres por haberme alentado durante esta importante etapa en mi vida y hacer de mí una emprendedora.

Deseo agradecer a la Universidad Inca Garcilaso de la Vega, por haberme acogido durante esta importante etapa de mi vida y hacer de mí una profesional.

Agradezco al Lic. Arakaki Villavicencio, José Miguel Akira por su paciencia y apoyo brindando en todo momento para la realización del presente trabajo de investigación.

Agradezco a mi amiga Hernández Huamán, Leslie María por todo su apoyo brindado para la realización del presente trabajo.

También agradezco a todos los que fueron mis compañeros de clase durante todos los niveles de Universidad ya que gracias al compañerismo, amistad y apoyo moral han aportado en un alto porcentaje a mis ganas de seguir adelante en mi carrera profesional.

RESUMEN

La enfermedad de Osgood-Schlatter o osteocondrosis de la espina tibial, se caracteriza por un dolor en la parte anterior de la tibia, se produce por una tracción de la tuberosidad tibial causado por un esfuerzo repetitivo del músculo cuádriceps. Se presenta con más frecuencia en adolescente entre los 10 y 15 años de edad teniendo más incidencia en varones. Los pacientes con la enfermedad de Osgood-Schlatter refieren dolor al subir y bajar escaleras, pueden presentar una tumefacción en la parte anterior de la tibia con dolor a la palpación. Para el diagnóstico de la enfermedad el médico realiza diferentes exámenes de imágenes como rayos x, ecografía y resonancia magnética. En el tratamiento médico se realiza una inmovilización, los pacientes deben de retirarse de la actividad deportiva por un tiempo, se coloca un yeso con la rodilla en extensión para reducir la presión a través del tendón rotuliano y permitir la cicatrización, esta inmovilización se da por un período de 4 a 6 semanas, también se administra fármacos para reducir la inflamación, otro tratamiento es el quirúrgico este tratamiento se da si los síntomas del pacientes persisten, los doctores perforan orificios a través del tubérculo formado, para formar canales a través de los cuales pueda ocurrir una revascularización rápida, la intervención quirúrgica en la enfermedad de Osgood-Schlatter son muy raras casi nunca son indicadas, también se da el tratamiento fisioterapéutico donde el fisioterapeuta realiza movilizaciones, valora la fuerza muscular, si el paciente presenta dolor después del tratamiento conservador se utilizarán agentes físicos, si el paciente no presenta dolor se realizarán ejercicios de estiramiento para el músculo cuádriceps y mejorar el rango articular, también se realizaran ejercicios isotónicos, isométricos y propioceptivos para fortalecer la musculatura y aumentar el rango articular y se realizará un entrenamiento de fuerza y resistencia de la musculatura.

Palabras claves: Cuádriceps, Osgood-Schlatter, Tracción, Tratamiento, Tuberosidad Tibial.

ABSTRACT

Osgood-Schlatter disease or osteocondrosis of the tibial spine, it is characterized by a pain in the previous part of the tibia, takes place for a traction of the tibial tuberosity caused by a repetitive effort of the muscle quadriceps. He appears with more frequency in teenager between 10 and 15 years of age having more incident in males. The patients with Osgood-Schlatter disease recount pain on having risen and to lower stairs, can present a swelling in the previous part of the tibia with pain to the palpation. For the diagnosis of the disease the doctor realizes different examinations of images as X-rays, ultrasound scan and magnetic resonance In the medical treatment an immobilization is realized, the patients have to of moving back from the sports activity in a time, a plaster is placed by the knee in extension to reduce the pressure across the patellar tendon and to allow the healing this immobilization is given for a period from 4 to 6 weeks, also one administers medicaments to reduce the inflammation, another treatment is surgically this treatment is given if the symptoms of the patients persist, the doctors perforate orifices across the formed tuber, to form channels across which a rapid revascularization could happen, the surgical intervention in Osgood-Schlatter disease they are very rare almost they are never indicated, also one gives the physiotherapy treatment where the physical therapist realizes mobilizations, values the muscular force, if the patient presents pain after the conservative treatment physical agents will be in use, if the patient does not present pain exercises of stretching will be realized for the muscle quadriceps and to improve the range to articulate, also exercises were realized isotonic, isometric and proprioceptive to strengthen the musculature and to increase the range to articulate and there will be realized a training of force and resistance of the musculature.

Keywords: Quadriceps, Osgood-Schlatter, Traction, Treatment, Tibial Tuberosity.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN 1

CAPÍTULO I: ENFERMEDAD OSGOOD-SCHLATTER 3

1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS 3

2. DEFINICIÓN 3

3. DESARROLLO DE LA TUBEROSIDAD ANTERIOR DE LA TIBIA 4

4. ETIOLOGÍA Y PATOGENIA 4

5. FISIOPATOLOGÍA 5

6. TENDINOPATÍAS: FISIOPATOLOGÍA DEL TENDÓN 8

CAPÍTULO II: DATOS EPIDEMIOLÓGICOS 9

1. DATOS EPIDEMIOLÓGICOS 9

2. FACTORES DE RIESGO 10

3. PRONÓSTICO A LARGO PLAZO 11

CAPÍTULO III: REVISIÓN ANATÓMICA Y BIOMECÁNICA 12

1. ANATOMÍA PATOLÓGICA 12

2. HISTOLOGÍA DE LA INSERCIÓN TENDINOSA 12

2.1. Histología del tendón 12

2.1.1. Vainas tendinosas 13

2.2. Histología de la unión miotendinosa (UM) 13

2.3 Histología de la unión osteotendinosa 14

3. ANATOMÍA DE LA ARTICULACIÓN DE LA RODILLA 15

1. SUPERFICIES ARTICULARES 15

1.1. Extremidad distal del fémur 15

1.2. Extremidad proximal de la tibia 16

1.3. Rótula 17

2. ESTRUCTURAS MUSCULARES 18

2.1. Músculo Cuadríceps 18

2.1.1. Fisiología del Músculo Cuadríceps 18

2.2. Músculos de la región posterior del muslo 20

2.2.1. Fisiología del Músculo Bíceps Femoral.....	20
2.2.2. Fisiología del Músculo Semitendinoso	20
2.2.3. Fisiología del Músculo Semitendinoso	21
3. BIOMECÁNICA DE LA RODILLA	21
4. ALINEAMIENTO GENERAL DE LA RODILLA	21
4.1. Valgo fisiológico de la rodilla.....	21
4.2. Ángulo Q.....	22
5. MOVIMIENTOS DE LA RODILLA	23
5.1. Flexoextensión	23
5.2. Rotaciones	23
6. SUPERFICIES DE CONTACTO	24
6.1. Fémur y tibia	24
6.2. Fémur y Rótula.....	24
7. DESPLAZAMIENTOS.....	25
7.1. Fémur y tibia	25
7.2. Comportamiento de las estructuras de sujeción pasiva.....	26
8. COMPORTAMIENTO DE LAS ESTRUCTURAS DINÁMICAS	26
8.1. Músculos extensores	26
8.2. Músculos flexores	27
8.3. Biomecánica de la flexión.....	28
8.4. Biomecánica de la extensión.....	29
9. MECÁNICA Y PATOMECÁNICA DE LOS MÚSCULOS EXTENSORES DE LA RODILLA	29
9.1. Consideraciones funcionales para el músculo cuádriceps	33
10. ANÁLISIS DE LAS FUERZAS QUE ACTÚAN SOBRE LA RODILLA	34
10.1. Análisis bidimensional de la fuerza muscular en el cuádriceps durante la extensión de rodilla	34
10.1.1. Efecto del modo de ejercicio en la fuerza del cuádriceps	35
10.1.2. Resistencia a la extensión de rodilla ofrecida por un sistema de poleas..	35
10.1.3. Extensión de la rodilla contra un dinamómetro isocinético	36
10.1.4. Ejercicios de extensión de rodilla usando un formato de cadena cerrada	36
10.2. Fuerzas y momentos en las estructuras de la articulación de la rodilla durante la actividad	38
10.2.1. Fuerzas y momentos en la articulación tibiofemoral	38
10.2.2. Fuerzas en los ligamentos de la articulación tibiofemoral	39
10.3. Co-contracción de los músculos en la rodilla	39

10.4. Fuerzas y tensiones en la articulación femorrotuliana.....	40
CAPÍTULO IV: DIAGNÓSTICO DE LA ENFERMEDAD DE OSGOOD-SCHLATTER.....	42
1. EXAMINACIÓN SUBJETIVA.....	42
1.1. Anamnesis.....	42
1.1.1. Datos personales.....	42
1.1.2. Antecedentes personales o familiares.....	42
1.1.3. Motivo por el cual acude a la consulta.....	42
1.1.4. Síntomas.....	42
2. EXAMINACIÓN FÍSICA.....	43
3. ESTUDIOS DE IMÁGENES.....	43
3.1. Rayos x.....	44
3.2. Resonancia magnética.....	44
3.3. Ecografía.....	45
4. DIAGNÓSTICO DIFERENCIAL.....	45
CAPÍTULO V: TRATAMIENTO MÉDICO.....	47
1. TRATAMIENTO CONSERVADOR.....	47
1.1 Inmovilización.....	47
1.2. Farmacológico.....	48
2. TRATAMIENTO QUIRÚRGICO.....	49
CAPITULO VI: TERAPIA FÍSICA EN LA ENFERMEDAD DE OSGOOD-SCHLATTER.....	51
1. DIAGNÓSTICO FISIOTERAPÉUTICO.....	51
2. EVALUACIÓN.....	51
2.1. Evaluación subjetiva.....	51
2.1.1. Características del dolor.....	52
2.1.1.1. Escalas de dolor.....	52
2.2. EXAMEN OBJETIVO.....	52
2.2.1. Observación.....	52
2.2.2. Movilización.....	53
2.2.2.1. Movimientos fisiológicos activos.....	53
2.2.2.1.1. Rango de movimiento activo basado en plano.....	53
2.2.2.1.2. Prueba funcional de rango de movimiento activo.....	53
2.2.2.2. Movimientos pasivos.....	54

2.2.2.2.1. Movimientos fisiológicos pasivos.....	54
2.2.3. Test goniométrico.....	57
2.2.3.1 .Goniometría de la rodilla	58
2.2.4. Valoración de la fuerza muscular.....	58
3. TRATAMIENTO FISIOTERAPEUTICO.....	60
3.1. Aplicación de agentes físicos	60
3.2. Estiramiento	62
3.3. Fortalecimiento muscular.....	66
3.4. Gimnasio y aumento de la fuerza muscular	70
4. EVIDENCIA CIENTÍFICA RELACIONADA EN EL TRATAMIENTO FISIOTERAPÉUTICO EN LA ENFERMEDAD DE OSGOOD-SCHLATTER	72
CONCLUSIONES	73
RECOMENDACIONES	74
BIBLIOGRAFÍA	75
ANEXO 1: Desarrollo esquemático de la tuberosidad anterior de la tibia.....	81
ANEXO 2: Diagrama de la articulación de la rodilla.....	82
ANEXO 3: Histología del tendón.....	83
ANEXO 4: Histología de la unión miotendinosa (UM)	84
ANEXO 5: Histología de la unión miotendinosa (UM)	85
ANEXO 6: Histología de la unión miotendinosa (UM)	86
ANEXO 7: Músculo cuádriceps	87
ANEXO 8: Músculo Recto Femoral.....	88
ANEXO 9: Músculo Vasto Medial.....	89
ANEXO 10: Ángulo Q	90
ANEXO 11: Ángulo Q	91
ANEXO 12: Cálculo del cuádriceps con la fuerza necesaria para sostener la rodilla extendida en 30° con un peso de 10 libras alrededor del tobillo	92
ANEXO 13: Extensión de rodilla (sistema de poleas)	93
ANEXO 14: Cálculo del momento interno en la rodilla, manteniendo la rodilla extendida a 30 ° con un peso de 10 libras en el tobillo.....	94

ANEXO 15: Cálculo de las fuerzas de reacción en la articulación tibiofemoral cuando la rodilla extendida a 30 ° sostiene un peso de 10 libras en el tobillo.	95
ANEXO 16: Co-contracción de los músculos en la rodilla	96
ANEXO 17: Fuerzas y tensiones en la articulación femorrotuliana	97
ANEXO 18: Fuerzas y tensiones en la articulación femorrotuliana	98
ANEXO 19: Examen Físico	99
ANEXO 20: Resonancia magnética de la enfermedad de Osgood-Schlater	100
ANEXO 21: Escala de LEFS	101
ANEXO 22: Rango de movimiento activo	102
ANEXO 23: Flexión fisiológica de la rodilla	103
ANEXO 24: Flexión de la rodilla con abducción y aducción.	103
ANEXO 25: Extensión fisiológica pasiva	104
ANEXO 26: Extensión de la rodilla con aducción y abducción.....	104
ANEXO 27: Rotación interna y externa de la tibia	105
ANEXO 28: Goniometría de la rodilla	106
ANEXO 29: Goniometría de la rodilla	107
ANEXO 30: Elevación de la pierna estirada al frente	108
ANEXO 31: Arcos para el cuádriceps	108
ANEXO 32: Medias cuclillas con las rodillas y los pies en ángulo hacia el costado... ..	109
ANEXO 33: Subida y bajada del taburete	109
ANEXO 34: Extensión de la rodilla	110
ANEXO 35: Paciente presiona el rodillo.....	110
ANEXO 36: Elevación de la rodilla con rodillo.....	111
ANEXO 37: Elevación de la pierna.....	111
ANEXO 38: Ejercicio con banda elástica.....	112
ANEXO 39: Ejercicio con banda elástica.....	112
ANEXO 40: Ejercicio con pelota fisioterapéutica.....	113

ANEXO 41: Ejercicio con pelota fisioterapéutica..... 113
ANEXO 42: Ejercicio unipodal..... 114



INTRODUCCIÓN

La enfermedad de Osgood-Schlatter (EOS), también conocida como osteocondrosis de la espina tibial, es una tracción de la apófisis de la tuberosidad tibial causado por el esfuerzo repetitivo en el músculo recto femoral.(1)

Una enfermedad particularmente importante en la vida de los jóvenes atletas, se observa con más frecuencia en adolescentes(2), se manifiesta en niños alrededor de 10-15 años de edad, y en las niñas alrededor de 8-13 años de edad, a menudo coincidiendo con las fases aceleradas de crecimiento, la condición es usualmente unilateral(3), con 25% a 50% de los pacientes que desarrollan una condición bilateral. (4)(5) La enfermedad es más común en varones, la brecha de género se está reduciendo a medida que más se involucran con el deporte. Osgood-Schlatter, la enfermedad afecta a 1 de cada 5 adolescentes deportistas.(2)

Se caracteriza por una mayor prominencia en la tuberosidad tibial y dolor a la presión y a veces, también a la extensión de la rodilla contra resistencia. Provoca dolor la sobrecarga, por ejemplo: el salto, fútbol, bicicleta y todo lo que comporte una contracción excesiva del músculo cuádriceps. (6)

Por lo general, menos del 25% de los pacientes se quejan de dolor sobre la tuberosidad tibial. En las primeras etapas de la EOS, los pacientes tienen dolor en la tuberosidad tibial después de las actividades físicas, pero con el tiempo, el dolor se vuelve permanente y contante independientemente en la actividad. En los rayos x, se demuestra una osificación regular (huesecillos) sobre la tuberosidad tibial. (7) Imágenes por resonancia magnética de la rodilla está indicada si la enfermedad de Osgood-Schlatter es sospechosa, imágenes de ultrasonido también puede proporcionar información útil. Gammagrafía ósea puede ser útil para identificar ocultismo de fracturas por estrés de la articulación, especialmente si se ha producido el trauma. (8)

El tratamiento incluye opciones conservadoras y quirúrgicas. El tratamiento conservador incluye la modificación de actividades físicas, el uso de bolsas de hielo, medicamentos antiinflamatorios no esteroideos (AINE), aparatos ortopédicos y almohadillas. La cirugía está indicada cuando persiste el dolor de los huesecillos al arrodillarse a pesar de las medidas de tratamiento conservadoras. En estos casos, la eliminación de los huesecillos, la bursa circundante y la prominencia ósea es el tratamiento de elección. (9). Para un niño en crecimiento, la cirugía no parece ofrecer ningún beneficio. (7)

La fase de recuperación se puede comenzar una vez que se controla el dolor y la inflamación desaparece. El principal objetivo del programa de rehabilitación es devolver el

paciente a su deporte o actividad de forma tan segura como sea posible (7). La terapia conservadora se inicia durante las etapas tempranas y progresiva del EOS, hay un 90% de probabilidad de una recuperación temprana y progresión a la etapa de mantenimiento y, finalmente, las etapas de curación si el tratamiento comienza con los primeros signos de EOS (2). Los estudios muestran que la restricción de carga física durante las fases agudas y de recuperación tiene grandes beneficios en la prevención de complicaciones y durante el curso de EOS. (10) (5)

El objetivo del presente trabajo de investigación es la obtención de datos actuales de la enfermedad de Osgood-Schlatter, datos sobre su fisiopatología, el desarrollo de la enfermedad y sus tratamientos actuales. Enfatizando el tratamiento fisioterapéutico, dado que es el área en la que me estoy desempeñando, para lo cual se necesitan datos actuales de la evaluación y tratamiento sea adecuado para esta enfermedad.



CAPÍTULO I: ENFERMEDAD OSGOOD-SCHLATTER

1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS

En 1903, Robert Osgood, un cirujano ortopédico estadounidense, y Carl Schlatler, un cirujano suizo, describieron al mismo tiempo la posible fisiopatología de la enfermedad que ahora lleva su nombre, enfermedad de Osgood-Schlatter. (11) Lo describieron como una avulsión de una pequeña porción de la tuberosidad tibial causada por una violenta contracción del mecanismo extensor del cuádriceps. Desde entonces, ha sido etiquetado con mayor precisión como un síndrome en lugar de una enfermedad con muchas teorías propuestas para explicar mejor su etiología (OSD alias OSS), como degeneración del tendón rotuliano, necrosis aséptica, infección (12), trauma, alteraciones locales del tejido condral sobrepasado por los músculos extensores de la rodilla, lo que puede producir rótula alta y apofisitis por tracción, contracción excéntrica de los músculos y rigidez muscular, y reducción del ancho del ángulo de la rótula.(13) Actualmente se acepta generalmente que la EOS es una fractura por avulsión del tubérculo tibial en crecimiento(14), que se caracteriza por dolor en el tubérculo tibial resultante de estrés repetido en la inserción del tendón rotuliano debido a anomalías del mecanismo extensor. (15)(5)

2. DEFINICIÓN

La enfermedad de Osgood-Schlatter es una causa frecuente de dolor en el segmento anterior de la rodilla en niños de 10 a 15 años de edad. (16)(17) Aún no se conoce la causa exacta de la enfermedad, ya que se han involucrado factores mecánicos, traumáticos y relacionados al crecimiento. La teoría más aceptada es la que describe la apofisitis como una tracción de la tuberosidad tibial en el periodo de crecimiento. Se ha demostrado que los microtraumatismos repetidos sobre la tuberosidad tibial a través de la contracción del cuádriceps y del tendón rotuliano producen pérdida de la continuidad del tendón-hueso con la consecuente fragmentación de la tuberosidad tibial, lo que desencadena un proceso inflamatorio alrededor de ésta. (17)(18)

La enfermedad de Osgood-Schlatter se presenta con dolor, hinchazón y en ocasiones cojera. Comienza de manera gradual con dolores leves, en la fase aguda el dolor puede ser intenso y continuo. El dolor se agrava con la actividad física como correr y saltar.

EOS es parte de un grupo de condiciones llamados osteocondrosis. Se trata de una familia de enfermedades ortopédicas que se presentan en niños e involucra áreas de estrés tensil o compresivo significativo (15) que afectan el crecimiento de la epífisis (placa de crecimiento)(19). Estas condiciones a menudo surgen en las articulaciones de la rodilla/tobillos y codo. EOS se

clasifica como una lesión por sobreuso crónico (20), que con mayor frecuencia se diagnostica en atletas jóvenes (pero no exclusivamente), involucrado en deportes que implican correr y saltar, como fútbol, danza, gimnasia. (21)(5)

3. DESARROLLO DE LA TUBEROSIDAD ANTERIOR DE LA TIBIA

La tuberosidad aparece como estructura diferenciada a las 12-15 semanas de vida intrauterina, pero no se desarrolla hasta mucho después en la vida post-fetal, bajo la influencia de las acciones de tracción que constituyen sobre ella. Se forma una placa de crecimiento independiente para la tuberosidad tibial de tejido fibrocartilagenoso cuya característica es la de ser muy resistente a las fuerzas de tracción. Alrededor de los nueve años, en la porción distal de este fibrocartílago aparece un núcleo de osificación que posteriormente se une al núcleo epifisario superior hacia los catorce años. A esa edad la apófisis anterior se presenta como una prolongación de la epífisis, separada de la metáfisis por el cartílago fisario (ANEXO 1). Esta formación constituye la imagen radiológicamente transparente conocida como línea de Jacobstal. Es a partir de los diecisiete años que se produce la fusión del núcleo totalmente formado con la tibia, unión que en algunos casos no se completa hasta los veintitrés años; para que se produzcan estos fenómenos de osificación es necesario que ocurran alteraciones estructurales en la placa fibrocartilaginosa primitiva, consistentes fundamentalmente en su progresiva transformación en tejido cartilaginoso hipertrófico, precursor del núcleo de osificación secundario. Durante este periodo, que va desde los nueve a los diecisiete años, pueden distinguirse histológicamente en la tuberosidad tres zonas: una proximal a la tibia de cartílago hipertrófico, una central de tejido óseo en desarrollo y fibrocartílago y una periférica de tejido fibrosos. Estos cambios estructurales, facilitan que en ocasiones las continuas tracciones producen la avulsión de pequeños fragmentos del núcleo óseo apofisario, que quedan más o menos separados del mismo por un tejido fibrocartilaginoso, dando lugar a los fenómenos clínicos de la EOS. Este tejido intermedio puede osificarse englobando los fragmentos desprendidos o permanecer estos separados, como osículos independientes. (22)

4. ETIOLOGÍA Y PATOGENIA

La enfermedad de Osgood-Schlatter se observa en adolescente de entre 12 y 16 años, aunque se han descrito casos antes de los 10 años o incluso después de los 23. Se presenta con mayor frecuencia en jóvenes robustos, muchas veces en ocasión de desarrollar los primeros esfuerzos deportivos, siendo raro el hallazgo de un antecedente traumático. Es frecuente en jóvenes futbolistas, en plena forma, cuyo único problema se sitúa por debajo de la rodilla. En muchos casos la lesión es bilateral. (22)

La enfermedad de Osgood Schlatter es una lesión por uso excesivo que ocurre en pacientes adolescentes activos. Se produce como consecuencia de la tensión repetitiva y del microtraumatismo debido a la fuerza aplicada por el tendón rotuliano fuerte en su inserción en la apófisis relativamente blanda del tubérculo tibial. Esta fuerza produce irritación y casos severos de avulsión parcial de la apófisis del tubérculo tibial. La fuerza se incrementa con niveles más altos de actividad y especialmente después de períodos de rápido crecimiento. En raras ocasiones, el trauma puede provocar una fractura por avulsión completa. Los factores predisponentes incluyen poca flexibilidad de los cuádriceps y los isquiotibiales u otra evidencia de desalineación del mecanismo extensor. (23)

La causa principal de la EOS es el estrés del tendón patelar en su punto de inserción. En estudios recientes, el acortamiento del músculo recto femoral es uno de los principales factores asociados con la presencia de esta enfermedad en adolescentes. (1)

5. FISIOPATOLOGÍA

La fisiopatología de la enfermedad de Osgood-Schlatter es el resultado del empleo excesivo (sobrecarga) de la articulación de la rodilla, lo cual ocurre al realizar la actividad de correr, saltar o cualquier sobre entrenamiento en superficies duras, así como cualquier otra actividad que requiere la tracción repetitiva del cuádriceps. Los deportes competitivos que con mayor frecuencia están implicados en el desarrollo de la enfermedad de Osgood-Schlatter incluyen el fútbol, la gimnasia, el baloncesto, el ballet, el atletismo, el hockey, el béisbol y bailes escoceses e irlandés. (8)

El tendón del cuádriceps está formado por fibras de los cuatro músculos que constituyen el músculo cuádriceps: vasto externo, vasto intermedio, vasto medial y recto femoral. Estos músculos son los principales extensores de la rodilla. Estos músculos convergen y se unen para formar un único tendón, es un tendón sumamente fuerte. La rótula funciona como un hueso sesamoideo dentro del tendón del cuádriceps, con fibras del tendón que se expanden alrededor de la rótula y forman la cara medial y lateral del retináculo de la rótula, que fortalecen la articulación de la rodilla. El tendón rotuliano se extiende desde la rótula hasta la tuberosidad tibial. La tuberosidad tibial es el nido del dolor y la discapacidad funcional asociada con la enfermedad de Osgood-Schlatter, porque las tensiones repetitivas aplicadas a la tuberosidad tibial por la contracción del mecanismo del cuádriceps producen apofisitis y crecimiento de hueso heterotópico. Estas respuestas al daño inducido por el estrés repetitivo se observan con mayor frecuencia durante el período de rápido crecimiento esquelético asociado con la adolescencia.(8)

En la fisiopatología de la enfermedad, hay una pérdida parcial de continuidad de la unión del tendón-cartílagos-hueso patelar de la tuberosidad tibial. Hay un proceso inflamatorio que comienza en la región y termina con una tendinitis rotuliana, múltiples fracturas subagudas, osificación irregular con hueso subyacente. La teoría más aceptada de esta condición es la contracción repetitiva del mecanismo extensor de la rodilla. Como resultado de estas contracciones, avulsiones o microavulsiones ocurren en la tuberosidad tibial condro-fibro-ósea. Si los pacientes que han dañado el tubérculo tibial continúan realizando actividades deportivas, las microavulsiones aumentan con el tiempo. Esto puede causar un fragmento separado del tendón rotuliano que conduce a un tipo crónico de dolor no sindical (24)(25). Sin embargo, algunos de los estudios radiológicos demostraron que los pacientes afectados por la EOS tienen diferencias anatómicas en el punto de inserción del tendón rotuliano. Además, los estudios histológicos apoyan la etiología traumática, que no muestra inflamación. (26)(27)(1)

El tubérculo tibial se desarrolla como un centro de osificación secundario que proporciona fijación para el tendón rotuliano. El crecimiento óseo excede la capacidad de la unidad músculo-tendón de estirarse lo suficiente como para mantener la flexibilidad previa y aumentar la tensión en la apófisis. La apófisis es el punto más débil en la unión músculo-tendón-hueso (a diferencia del tendón en un adulto) y, por lo tanto, en riesgo de lesión por estrés repetitivo. Con la contracción repetida de la masa muscular del cuádriceps, especialmente con la extensión repetida de la rodilla forzada como se ve en deportes que requieren correr y saltar, puede producirse ablandamiento y avulsión parcial del centro de osificación apofisaria con una osteocondrosis resultante.(23)

En las lesiones por uso excesivo crónico en jóvenes atletas representan el 30-50% de las lesiones deportivas pediátricas en niños. (28) Las lesiones por el uso excesivo ocurren cuando el tejido es sometido a una carga excéntrica máxima repetidamente. La lesión comienza cuando la actividad repetitiva fatiga una estructura específica, como un tendón o hueso. Con una recuperación adecuada, el tejido se adapta a las cargas y puede someterse a cargas adicionales sin lesiones. Sin una recuperación adecuada, se desarrolla un microtrauma y estimula una respuesta inflamatoria del cuerpo, causando la liberación de sustancias vasoactivas (histaminas, leucotaxina, necrosina), células inflamatorias (macrófagos, linfocitos y células plasmáticas) y enzimas que dañan el tejido local. En casos crónicos, las cargas continuas producen cambios degenerativos que conducen a debilidad, pérdida de la flexibilidad y dolor intenso, estos están asociados a la EOS (28) (29).

Los diversos factores que contribuyen a las lesiones por sobrecarga en consideración a la EOS se pueden clasificar como intrínsecos y extrínsecos. En los niños, se debe prestar atención al

sistema músculo esquelético inmaduro. Los factores intrínsecos que se deben de considerar son: los factores relacionados con el crecimiento. (28)

El tejido cartilaginoso en los niños es más susceptible al estrés repetitivo, especialmente en las rodillas, codos y tobillos. El desarrollo de la apófisis de la tibia comienza como un crecimiento cartilaginoso. Durante esta etapa, el tejido de la tuberosidad tiene poca resistencia al estrés mecánico. (28) Aparecen centros de osificación secundarios con una progresión posterior a una fase epifisaria cuando la apófisis tibial proximal se cierra y la apófisis tibial se fusiona con la tibia. (30) La calcificación de la apófisis comienza a los 9 años de edad en niñas y en los niños a la edad de 13 años (coincidiendo con la edad de desarrollo de la EOS). (31) Antes y durante estas edades de desarrollo de la apófisis tibial, es más vulnerable a la lesión, hasta que la apófisis y la epífisis estén calcificadas y fusionadas. Para los jóvenes atletas es un momento crítico, ya que entrenan largas horas a edades tempranas. Ellos deben de ser monitoreados cuidadosamente y más si son atletas que tienen predisposiciones a tener lesiones. (5)

Otro crecimiento que necesita consideración es el desequilibrio entre el crecimiento y el desarrollo de los huesos largos, y las uniones músculo-tendinosas. (28) Este desequilibrio puede ocurrir durante la etapa de crecimiento, la longitud ósea puede desarrollarse más rápido que la unidad músculo-tendón. (29) Con la estrechez de la articulación, y la flexibilidad reducida (músculo cuádriceps), el desequilibrio muscular y disfunción del mecanismo extensor de la rodilla pueden desarrollarse como resultado de la unidad ósea y muscular. Esto puede conducir a una mayor tracción en la apófisis y el estrés en la superficie articular de la rodilla esta es una causa establecida para el desarrollo de la EOS. (28) La disfunción del mecanismo extensor de la rodilla es una de las principales causas que contribuyen en la EOS. (32) El mecanismo extensor de la consiste en el músculo cuádriceps (recto femoral), rótula, tendón rotuliano, rótula retináculo y la tuberosidad tibial. (ANEXO 2)(33) La rótula está sometida a grandes fuerzas debido a su unión al músculo cuádriceps recto femoral y al tendón rotuliano. Los músculos isquiotibiales también sufren las mismas tensiones que el músculo cuádriceps, por la diferencia de crecimiento entre el crecimiento del fémur y el músculo isquiotibial. El aumento de la tensión del músculo isquiotibial causa un aumento de las fuerzas de reacción de la articulación patelofemoral debido a una mayor flexión de la rodilla, por lo cual el cuádriceps tiene que tirar más fuerte durante las actividades atléticas y también ejerce más fuerza de tracción sobre el tubérculo tibial, la fuerza del cuádriceps y el isquiotibial en la flexibilidad. (5)

6. TENDINOPATÍAS: FISIOPATOLOGÍA DEL TENDÓN

Durante la actividad física, la carga que actúa sobre el tendón produce una rotura fibrilar cuando la tracción mecánica supera el 4% de la longitud de reposo, siendo una rotura completa si supera el 4%. Las roturas, son desiguales en su distribución y extensión a lo largo de la longitud tendinosa por la desigualdad de la distribución de la carga y por las diferentes resistencias mecánicas, estructurales y propiedades bioquímicas del tendón debido fundamentalmente a la cantidad de uniones cruzadas de las fibras de colágeno que determina la resistencia mecánica tendinosa (34)(35).

Las roturas parciales o fibrilares ponen en marcha los mecanismos de reparación tendinosa, en los que están implicados:

- Diversas sustancias químicas entre ellos los factores de crecimiento.
- Células como los tenocitos residentes que se ocupan del balance, producción y destrucción de la matriz extracelular, también las células madres que se van a diferenciar en tenocitos, adipocitos, en línea condrogénica u osteogénica dependiendo entre otros factores de la carga mecánica que reciba durante el proceso de reparación.
- La matriz extracelular que tiene como componente fundamental las fibras de colágeno tipo I. (35)(36)

Estos procesos de reparación anormales producen un tendón degenerado con alteración estructural. Esta regeneración defectuosa se ha relacionado con niveles de hipoxia a nivel de la lesión, presencia de daño isquémico, apoptosis desigual mediada por citoquinas y mediadores inflamatorios, la existencia de un estrés oxidativo, presencia de hipertermia local y una alteración del balance de las metaloproteínas (MMP) de la matriz. Las interacciones químicas en la matriz, los depósitos insolubles, la tensión mecánica, la liberación local de citocinas y de moléculas de señalización tendrán efecto directo en la actividad del tenocito, en la expresión de los genes celulares y en las enzimas de la matriz. El tenocito tiene un papel fundamental tanto en la homeostasis fisiológica normal, en la regularización de la matriz y del cambio patológico que sucede durante la enfermedad, además parece que tiene un papel transcendental en la producción de inadecuada de tejido de reparación de fibrocartilago en el desarrollo de las tendinopatías.(37).

Todos estos procesos generan un tendón degenerado y fibrótico, por lo que disminuye su capacidad para soportar carga. (38)

CAPÍTULO II: DATOS EPIDEMIOLÓGICOS

1. DATOS EPIDEMIOLÓGICOS

La enfermedad de Osgood Schlatter es una de las causas más comunes de dolor de rodilla en el atleta adolescente esqueléticamente inmaduro (23). Originalmente se informó que ocurre con mayor frecuencia en niños que en niñas. Con el aumento del número de atletas jóvenes, esta enfermedad ahora se observa a un ritmo similar al de los hombres jóvenes. Hay algunos estudios recientes que no muestran diferencias significativas en la prevalencia de la enfermedad entre hombres y mujeres (39). EOS es típicamente más común entre las edades de 8-13 años en las niñas y entre 12 - 15 años en los niños (23). EOS afecta al 21% de los adolescentes atléticos, mientras que se ve en el 4,5% de los controles no atléticos de la misma edad. (40)(41) La enfermedad es bilateral en 20-30% de los pacientes. (39)(1)

Se realizó un estudio en jugadores de Japón, en el cual se les entregó un cuestionario a los jugadores de 113 equipos de fútbol juveniles que participaron en un campeonato regional de verano en agosto 2012 para averiguar sobre el dolor en el cuerpo durante o después del entrenamiento o partido. Se recomendó un examen físico de la columna lumbar o las piernas a los jugadores que se quejaron de dolor en el cuestionario, se recogieron cuestionarios de 1162 jugadores de 97 equipos, y 547 jugadores (47,1%) se quejaron de dolor en la columna lumbar o las piernas. El examen físico se realizó en 494 jugadores, 394 de los cuales fueron remitidos para examen físico (79.8%). De estos 494 jugadores, 20 (4.0%) tenían hallazgos positivos en la columna lumbar, 26 (5.3%) tenían hallazgos en la cadera, 198 (40.1%) tenían hallazgos en la rodilla, 117 (23.7%) tenían hallazgos en el tobillo, 226 (45.7%) tenían hallazgos en el talón, y 90 tuvieron hallazgos en otras partes del pie (18.2%). Para aquellos que tuvieron resultados positivos en el examen físico, se recomendaron exámenes radiográficos o ecografía en el Hospital Universitario de Tokushima, se realizaron exámenes radiográficos o ecografía en 106 (26.9%) jugadores en el hospital y 80 (75.5%) jugadores fueron diagnosticados con osteocondrosis. La enfermedad de Sever fue diagnosticada en 49 jugadores, la enfermedad de Osgood-Schlatter en 13, la rótula bipartita en 12, la enfermedad de Sinding-Larsen-Johansson en 10, la osteocondritis disecante del fémur distal en 1 y la espondilólisis en 3. En este estudio se examinaron las lesiones por uso excesivo relacionadas con el fútbol en la infancia y la adolescencia. Alrededor de la mitad de los jugadores (47.1%) se quejaron de dolor en la columna lumbar o las piernas. El examen físico reveló que un gran número de jugadores tenían dolor en el talón y en la parte anterior de la rodilla, pero solo el 26.9% de ellos eligieron realizarse un examen de desgaste. La osteocondrosis se detectó en el 75% de estos jugadores que se sometieron a imágenes, y sí en algunos casos de lesiones graves como osteocondritis disecante y espondilólisis lumbar. (42)

En Estados Unidos, se realizó un estudio en jugadoras de baloncesto, fútbol y voleibol del estado de Kentucky que consta de 5 escuelas secundarias. Se evaluaron a 268 mujeres atletas (162 de baloncesto, 26 de fútbol y 80 de voleibol). Las atletas fueron evaluadas semanalmente para cualquier deporte relacionado con la lesión por un entrenador de atletismo. Se registraron un total de 134 lesiones durante las 3 temporadas de deporte. La rodilla fue la parte más lesionada del cuerpo, de las cuales la disfunción patelofemoral (31.3%), la enfermedad de Osgood-Schlatter (10.4%), y Sinding-Larsen-Johansson/tendinosis rotuliana (9%) tuvieron más incidencia en las atletas. (43)

En Cuba se realizó un estudio prospectivo lineal en policlínicos de cuatro municipios de la provincia de Villa Clara, durante los meses de junio de 1996 y mayo del año 2000, a niños entre los 0 a 14 años de edad que asistieron a la consulta de Ortopedia Pediátrica con algún tipo de osteocondritis. De un total de 1956 niños atendidos en la consulta, 47 presentaron algún tipo de osteocondritis, lo que representa un 2.4% del total. La enfermedad de Osgood-Schlatter se encontró en 15 pacientes fue la mayor incidencia. (44)

En Brasil se realizó un estudio transversal con 956 estudiantes adolescentes (474 niños, 482 niñas) de 2008 a 2009 matriculados en el sistema escolar de Natal, Brasil. La edad varió entre 12 y 15 años ($13,7 \pm 1,04$ años). Se realizaron pruebas para evaluar los aspectos antropométricos y clínicos relacionados con la SG. Para confirmar el diagnóstico de síndrome OS, el participante tenía que cumplir con todos los siguientes criterios clínicos: dolor con presión directa sobre la apófisis tibial; el dolor antes mencionado, durante y después de las actividades físicas; agrandamiento o prominencia de la apófisis tibial; dolor con la extensión de la rodilla resistida; y dolor por saltar. La prevalencia de SG en la muestra fue del 9.8% (11.0% de los niños y 8.3% de las niñas; niños, 13.5 ± 1.07 años; niñas, 13.6 ± 1.01 años). Los resultados mostraron que el 74.6% de los estudiantes sufrieron acortamiento muscular. El análisis multivariado mediante regresión logística mostró que los factores asociados con la presencia de SG eran la práctica regular de la actividad deportiva (odds ratio, 1,94; intervalo de confianza del 95%, 1,22-3,10) y el acortamiento del músculo recto femoral (odds ratio, 7,15 Intervalo de confianza del 95%, 2,86-17,86). La práctica regular de deportes en la fase puberal y el acortamiento del músculo recto femoral fueron los principales factores asociados a la presencia de síndrome de OS en los estudiantes. (45)

2. FACTORES DE RIESGO

- **Edad:** Es más común en los niños de 10 a 15 años, asociados con el crecimiento de la pubertad.
- **Deportes:** Actividades con carreras, saltos, rápidos cambios de dirección (por ejemplo, fútbol, baloncesto, patinaje artístico)

- Dolor de rodilla empeora con la actividad y mejora con el reposo. (Generalmente unilateral, con 20% de ellas bilaterales). (46)

3. PRONÓSTICO A LARGO PLAZO

Esta lesión tiende a corregirse por si misma a medida que el hueso se hace más fuerte y maduro. El dolor y la inflamación desaparecerán y habrá pocos efectos a largo plazo. En raras ocasiones se requieren inyecciones de corticosteroides para ayudar a la recuperación. (47)



CAPÍTULO III: REVISIÓN ANATÓMICA Y BIOMECÁNICA

1. ANATOMÍA PATOLÓGICA

Macroscópicamente la tuberosidad se encuentra engrosada, irregular, mal limitada, fragmentada en varios nódulos formados por zonas condensadas y zonas vasculares. El cartílago de conjunción interapofisometafisario está ensanchado, como si la tuberosidad hubiera sido traccionada por el tendón rotuliano y se estuviera fraguando una epifisiólisis.

Microscópicamente se observa la desaparición de la cortical apofisaria, con fenómenos de aposición ósea en la zona de inserción tendinosa. En la tuberosidad, las zonas de necrosis avascular con trabéculas rodeadas de osteoclastos, se mezclan con islotes cartilaginosos de aspecto normal o en degeneración. Pueden haber zonas de tejido osteoide y de fibrosis medular. (22)

2. HISTOLOGÍA DE LA INSERCIÓN TENDINOSA

El tendón viene definido como tejido conjuntivo denso modelado, caracterizado por tener células y fibras conjuntivas ordenadas en haces paralelos y muy juntas al objeto de proveer la máxima resistencia. A pesar de tratarse de estructuras duras e inextensibles, los tendones son flexibles.

En general se presentan como bandas o cordones conjuntivos que unen el músculo con el hueso. Su relación con ambos se establece en dos regiones especializada, la unión miotendinosa y la unión osteotendinosa que concentran la mayoría de las lesiones deportivas. (48)

2.1. Histología del tendón

Desde un punto de vista histológico el tendón es la forma más densa de tejido colagenoso con abundantes fibras de colágenos (colágena tipo I) y muy escasos proteoglicanos y fibras elásticas.

Las fibras de colágena están constituidas por fibrillas de colágena de diámetro variable (60 nm-170nm), encontrándose fuertemente empaquetadas longitudinalmente ya que su orientación se corresponde con la dirección de tracción (ANEXO 3). Aunque en muy baja proporción (1-2%) también se presentan fibras elásticas.

Las células tendinosas, tenocitos o tendinocitos son fibroblastos de morfología aplanada con prolongaciones delgadas “a modo de alas”; esta morfología se debe al hecho de encontrarse comprimidas entre las fibras de colágena. En los exámenes de rutina, no se observan las extensiones citoplasmáticas quedando confundidas en la colágena y distinguiéndose únicamente los núcleos aplanados y basófilos de los tenocitos dispuestos de hileras (ANEXO 3)

Presentan dos tipos de revestimientos: el peritendón interno y el externo.

El peritendón externo, también denominado epitendón rodea externamente al tendón, continuándose directamente con el epimisio. El peritendón interno o endotendón es un tejido laxo que subdivide en fascículos al tendón como consecuencia de la proyección hacia el interior de extensiones del epitendón. (48)

2.1.1. Vainas tendinosas

En diferentes partes del cuerpo los tendones sufren rozamiento contra el hueso u otras superficies, estos se encuentran envueltos por vainas. Se trata de un revestimiento consistente en una cubierta de dos capas: una externa de tejido conectivo que se une a estructuras adyacentes y otra interna íntimamente unida al tendón; se establece así un espacio ocupado por un líquido similar al líquido sinovial, que se encarga de lubricar el movimiento del tendón dentro de la vaina. La cubierta celular de revestimiento interno de las vainas es similar a la de la membrana sinovial articular, por lo que a la vaina tendinosa también se le denomina vaina sinovial. (48)

2.2. Histología de la unión miotendinosa (UM)

Las uniones miotendinosas son regiones especializadas donde las fibras musculares se unen a las fibras de colágena del tendón (ANEXO 4), en las que las fuerzas son transmitidas entre las miofibrillas y la matriz extracelular. La zona de transición que abarca la UM cubre una longitud de 100 a 200 μm . Evidentemente se trata de una zona especializada de la fibra muscular que requiere de una estabilidad estructural extrema, lo que determina sus características microscópicas. (48)

En la microscopia óptica resulta prácticamente imposible apreciar los rasgos estructurales de la UM; si es posible, en cambio hacerlo en microscopia electrónica en secciones longitudinales. Ultraestructuralmente el extremo de la fibra muscular muestra evaginaciones e invaginaciones digitiformes de la membrana plasmática a las que se adapta la lámina basal configurando un aspecto irregular en “dientes de sierra” (ANEXO 5). En la cara interna de la membrana de la fibra muscular se observan las placas de adhesión (material de línea Z) es las que se insertan los

filamentos de actina de la primera sarcómera de las miofibrillas; en esta conexión entre citoesqueleto y matriz extracelular las integrinas desempeñan un papel fundamental juntos con otras proteínas como vinculina, talina, tenascina C. El sarcoplasma de las fibras musculares en esta región contiene numerosos ribosomas y polisomas.(48)

En la región de UM es normal encontrar variabilidad en el tamaño de las fibras musculares además de fibras musculares con núcleos internalizados y fisuras internas consecuencia de las proyecciones digitiformes de la fibra hacia el tendón; también se han descrito en las fibras musculares de esta región duplicación de líneas Z, formación de leptomeras, cuerpos nemalínicos y granos de lipofucsina. Estos rasgos histológicos, que en esta región son normales, pueden ser malinterpretadas como cambios patológicos. Por esta razón, entre otras, las biopsias musculares deben ser siempre obtenidas del vientre muscular, evitando las regiones miotendinosas; esto explica, además, que no existan datos publicados sobre reacciones patológicas a nivel de la UM. (48)

En las UM las miofibrillas de las fibras musculares se añaden o suprimen en respuesta a cambios en la longitud durante el crecimiento muscular o de variaciones o modificaciones en su utilización. Por otro lado; la tenotomía, un fenómeno común que puede resultar de traumatismos, procesos degenerativos o manipulación quirúrgica, ocasiona cambios importantes en el músculo esquelético como atrofia y lesiones core-targetoides, cambios que parecen ser expresión de un proceso de remodelación del tejido muscular esquelético.(48)

2.3 Histología de la unión osteotendinosa

Son los lugares donde se insertan los tendones y ligamentos al hueso, uniones osteotendinosas y osteoligamentosas respectivamente, son conocidas como entesis. Desde un punto de vista histológico Benjamín et al (2006) distinguen dos categorías: entesis fibrosa y entesis fibrocartilaginosa en función al tipo de tejido que se presenta en la zona de unión. (47)

Las fibras colágena del tendón se irradian hacia el interior de hueso (ANEXO 6), fusionándose por un lado con las fibras de colágena del periostio y, de otro, mediante fibras de colágena más gruesas y robustas, denominadas fibras de Sharpey, que se introducen en ángulo más profundamente en la corteza ósea (ANEXO 6). En la unión se observa cartílago fibroso que se mineraliza en su proximidad al hueso; este hecho manifiesta la potencialidad de las células del periostio para transformarse en células condroprogenitoras y osteoprogenitoras. La superficie ósea es rugosa en la zona de inserción del tendón. (48)

3. ANATOMÍA DE LA ARTICULACIÓN DE LA RODILLA (49)

La articulación de la rodilla une el muslo a la pierna, poniendo en contacto 3 huesos: el fémur, la tibia y la rótula. Esta articulación se considera que está formada por 2 articulaciones, la articulación femorotibial y la femororrotuliana, desde el punto de vista fisiológico existe una sola articulación con un solo grado de libertad de movimiento: la flexo-extensión. De manera accesoria, la articulación de la rodilla posee un segundo grado de libertad de movimiento: la rotación sobre el eje longitudinal de la pierna, que sólo aparece cuando la rodilla está flexionada.

La articulación de 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.

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.

1. SUPERFICIES ARTICULARES

1.1. Extremidad distal del fémur

El fémur, en su extremo inferior, se ensancha en sentido transversal y en sentido anteroposterior, formando una masa voluminosa con aspecto de tronco irregular de pirámide cuadrangular de base inferior.

En su cara anterior, el fémur presenta la superficie articular para la rótula, con forma de polea (tróclea femoral) formada por dos superficies convexas que delimitan entre sí un ángulo de 140°, de mayor plano de inclinación, amplitud y prominencia externa, que confluyen en un surco medio sagital (surco troclear) que, caudal y dorsalmente, se continúa con la escotadura intercondílea.

Cada cóndilo posee tres superficies o carillas:

I. Articular:

Describe en cada cóndilo una curva espiroidea cuyos radios van disminuyendo progresivamente de delante hacia atrás; convexa en todos los sentidos. La correspondiente al cóndilo externo está situada en un plano más dorsal. La superficie posterior está fuertemente inclinada de fuera a dentro y de atrás a delante, finalizando en la base de la superficie triangular poplítea de la que se

encuentra separada por el surco supracondíleo. Debido a esta disposición, la superficie de contacto condilotibial es más amplia en la extensión que en la flexión. Durante la extensión, los cóndilos descansan sobre la tibia por su cara inferior; mientras que en la flexión lo hacen por la posterior.

II. Intercondílea:

Ligeramente excavada, presenta caracteres que diferencian cada cóndilo. En el externo es oblicua de atrás a delante y de fuera a dentro, más extensa y excavada, presenta la huella de fijación del ligamento cruzado anterior. En el interno presenta una cara axial orientada prácticamente en el plano sagital y en su posición anterior presenta la huella de fijación del ligamento cruzado posterior. La cisura intercondílea limitada por las caras axiales, está ocupada por los ligamentos cruzados, el ligamento adiposo y numerosas formaciones vasculares.

III. Cutánea:

De aspecto rugoso, corresponde a la continuidad lateral y medial de los cóndilos. La superficie troclear y las dos superficies articulares condíleas están cubiertas de una capa de cartílago articular, cuyo espesor es por término medio de 2.5 a 3 mm. Esta capa, aunque continua en toda su extensión, no es uniforme. En la tróclea es más gruesa en la garganta y en la vertiente externa más que en la vertiente interna. En los cóndilos está también mucho más desarrollada en la parte media que en los bordes.

1.2. Extremidad proximal de la tibia

Voluminosa, en forma de capitel irregular o tronco de pirámide truncada, aplanada de arriba abajo y eje mayor transversal, presenta una marcada inflexión dorsolateral. Las dos tuberosidades, también denominadas cóndilos tibiales, presentan en su cara superior o articular, dispuesta a modo de platillo horizontal, tres superficies:

Dos laterales; ligeramente excavadas, corresponden a las superficies articulares: son las cavidades glenoideas:

Las cavidades glenoideas que se disponen a modo de superficies ovaladas, ligeramente excavadas, tienen orientado su plano articular en conjunto y en relación con el eje longitudinal del hueso, oblicuo de delante a atrás y de arriba abajo de forma más marcada en el cóndilo interno. En cada cavidad glenoidea se distinguen dos porciones:

Una central; deprimida: canal glenoideo o surco articular más marcado medialmente, sobre el que se articula el correspondiente cóndilo femoral.

Otra periférica; discretamente excavada en forma de media luna: impresión meniscal, también más marcada medialmente.

La concavidad medial de las cavidades glenoideas, así como el borde que la independiza de la superficie interglenoidea, se encuentra aumentada por los dos tubérculos de la espina tibial.

Una media; que forma un pasillo estrecho, de aspecto rugoso denominada superficie interglenoidea.

La superficie interglenoidea presenta tres porciones:

Una media; formada por un macizo óseo, irregular, que corresponde a la eminencia intercondílea en la que se originan los dos tubérculos piramidales de las espinas de la tibia, situados en la unión del tercio anterior con los dos tercios posteriores y separados entre sí por la escotadura interespinosa,

Las dos espinas determinan por sus bordes mediales, cóncavos, una elevación de la superficie articular de las cavidades glenoideas, con el consiguiente aumento del área articular, lo que representa un muro de contención a la vez que soporte del pivote central de la rodilla.

Dos laterales; situadas ventral dorsal a las espinas, son las superficies pre y retro-espinal.

a) En la **superficie preespinal** podemos distinguir tres relieves: uno anterior, que corresponde al anclaje del freno meniscal anterointerno, otro posterior correspondiente a la fijación tibia! del fascículo anteromedial de ligamento cruzado anterior y otro lateral a esta impresión y por delante de la espina externa. Menos evidente, y que corresponde a la fijación del freno meniscal anteroexterno. La cápsula articular se fija sobre la porción anterior de la superficie preespinal dibujando una línea curva de concavidad anterior.

b) La **superficie retroespinal**, de menor extensión inclinada oblicuamente de arriba abajo, de delante a atrás y de fuera a dentro, está enmarcada por el relieve del borde axial del segmento retroespinal de la cavidad glenoidea interna. A igual que la preespinal, presenta tres impresiones o huellas: la huella de fijación del freno meniscal posteroexterno, que corresponde a la más externa de las tres, otra correspondiente a la huella de fijación del freno meniscal posterointerno y la tercera que corresponde a la fijación del ligamento cruzado posterior, es la más amplia y ocupa la porción más posterior de la superficie retroespinal. La cápsula articular se fija en la superficie retroespinal, en los bordes axiales de las cavidades glenoideas, quedando la mayor parte de su superficie extraarticular.

1.3. Rótula

La rótula es una formación ósea, morfológica y biomecánicamente incorporada al tendón del músculo cuádriceps. Se interpreta como un hueso de tipo sesamoideo por su total integración en el plano musculotendinoso, representando el centro del conjunto capsuloligamentoso y complejo

tendinoso de la rodilla. La cara posterior de la rótula, cara profunda o articular, contacta con la tróclea femoral, a la que sobrepasa cranealmente. Por sus caracteres morfofuncionales, se distinguen dos superficies:

I Inferior, no articular, rugosa e irregular, situada dorsal al vértice rotuliano en forma de herradura de concavidad superior, se relaciona con el paquete adiposo anterior de la rodilla así como con la sinovial.

II Superior, o articular, lisa y revestida por cartílago de un grosor excepcional, el más grueso de todos los cartílagos articulares (4-5 cm); se fija excéntricamente a la cápsula articular. Corresponde a las $\frac{3}{4}$ partes de la superficie total de la cara posterior, presenta una cresta sagital que coincide con el surco de la tróclea femoral que la divide en dos carillas articulares:

III Externa, extensa, ligeramente excavada y de orientación dorsolateral, se articula con la superficie lateral de la tróclea.

IV Interna, menor, convexa transversalmente y con un plano de oblicuidad mayor que la externa, se articula con la superficie medial de la tróclea. Frecuentemente, la existencia de una cresta accesoria vertical subdivide en dos a la carilla posterointerna. La superficie de subdivisión interna es el resultado de la huella del borde condíleo interno en los movimientos de flexión forzada, mientras que la media representa y corresponde a la superficie articular rotuliana con la tróclea femoral.

2. ESTRUCTURAS MUSCULARES

2.1. Músculo Cuádriceps

Músculo voluminoso, formado por cuatro fascículos distintos (resto anterior, vasto interno, vasto externo y crural), que ocupan la parte anterior del muslo. (50)

2.1.1. Fisiología del Músculo Cuádriceps (51)

- Tiene un papel estabilizador oponiéndose al bamboleo contralateral de la articulación de la rodilla.
- Realiza contracciones excéntricas para controlar o desacelerar el movimiento causado por el peso corporal.
- Es un estabilizador de la rótula durante la marcha.

Músculos	Origen	Inserción	Acción	Inervación
Recto anterior	Cabeza recta: Espina iliaca anteroinferior. Cabeza refleja: Surco Supra acetabular.	A través del ligamento rotuliano en la tuberosidad de la tibia.	Extensión de rodilla. Flexión de cadera.	Nervio femoral L2 – L4.
Vasto medial	Labio medial de la línea áspera. Línea intertrocanterea	A través del ligamento rotuliano en la tuberosidad de la tibia.	Extensión de la rodilla.	Nervio femoral L2 – L4.
Vasto lateral	Borde anterior del trocánter mayor y en el labio de la línea áspera.	A través del ligamento rotuliano en la tuberosidad de la tibia.	Extensión de rodilla.	Nervio femoral L2 – L4.
Crural o vasto intermedio	Línea áspera lado externo y en las caras interna y externa del fémur.	A través del ligamento rotuliano en la tuberosidad de la tibia.	Extensión de la rodilla.	Nervio femoral L2 – L4.

2.2. Músculos de la región posterior del muslo

Músculos	Origen	Inserción	Acción	Inervación
Bíceps Femoral	Cabeza larga: tuberosidad isquiática y ligamento sacrotuberoso. Cabeza corta: Línea áspera del fémur, tabique intermuscular.	Superficie lateral de la cabeza del peroné, cóndilo lateral de la tibia.	Flexión de la rodilla.	Cabeza larga: Nervio ciático, porción tibial, L5-S2. Cabeza corta: Nervio peroneo común, L5- S2.
Músculo semimembranoso.	Tuberosidad Isquiática.	Parte posteromedial del cóndilo medial de la tibia.	Flexión de la rodilla	Nervio ciático, porción tibial, L5-S2
Músculo semitendinoso	Tuberosidad isquiática (tendón común, cabeza común con la cabeza larga del músculo bíceps femoral)	Tuberosidad tibial a través de la pata de ganso	Flexión de la rodilla.	Nervio ciático, porción tibial, L5-S2

2.2.1. Fisiología del Músculo Bíceps Femoral (51)

- Es un flexor potente de la rodilla extendida y rota la pierna externamente con la rodilla flexionada.
- Durante el enderezamiento del tronco desde la posición flexionada, endereza la pelvis y produce, indirectamente, un efecto de rectificación de la lordosis lumbar.

2.2.2. Fisiología del Músculo Semitendinoso (51)

- Estabiliza la rodilla en los movimientos rotatorios.

- Produce una estabilización en el momento que el talón se pone en contacto con el piso.
- En la fase de despegue de la marcha cumple una función flexora de la rodilla.

2.2.3. Fisiología del Músculo Semitendinoso (51)

- Estabiliza la rodilla en los movimientos de rotación.
- Produce una estabilización en el momento que el talón se pone en contacto con el piso.
- Controla la inclinación del tronco a través de las articulaciones de la cadera y participa de forma importante en el enderezamiento del tronco desde la posición anterior.

3. BIOMECÁNICA DE LA RODILLA

La rodilla trabaja en un estado de compresión, debido al peso corporal y la fuerza de gravedad. Por ello ha desarrollado mecanismos que le proporcionan una gran estabilidad cuando se encuentra en su máxima extensión soportando el peso y facilitando el descanso postural en bipedestación, la vez que debe disponer de una gran amplitud de movimiento para facilitar el salto y otros movimientos cotidianos.

Esta gran articulación puede considerarse anatómicamente como una doble condílea (atendiendo al complejo femorotibial), pero funcionalmente se comporta como una tróclea, la palanca de movimiento que le imprime la articulación femorrotuliana.

Así, la rodilla presenta movimientos en los 3 ejes:

En el eje transversal; tiene lugar el movimiento principal de la rodilla: la flexoextensión.

En el eje sagital; se producen los movimientos en varo-valgo, poco relevantes cuando la rodilla se encuentra en extensión.

En el eje vertical; la rodilla rota, externa o internamente, desplazándose la tibia bajo el fémur.

Pero también podríamos analizar otros pares de movimientos, como son los desplazamientos anteroposteriores, mediolaterales o verticales en la compresión-descompresión.

4. ALINEAMIENTO GENERAL DE LA RODILLA

4.1. Valgo fisiológico de la rodilla

En una visión estática, la alineación del miembro inferior presenta una angulación a nivel de la rodilla entre sus diferentes segmentos. Así, el eje de la diáfisis femoral y de la diáfisis tibial no se encuentran en una misma línea, sino que forman un ángulo obtuso, abierto hacia fuera, de

unos 170-175°. Es el conocido “valgo fisiológico de la rodilla”. Los valores mayores de 175° implican un genu varum (80-185°), y los menores de 170° un genu valgum.

Este valgo fisiológico también puede establecerse entre el eje de la flexoextensión (un eje que pasa a través del origen de los ligamentos medial y lateral) y el eje diafisario del fémur. Es un ángulo más funcional que llega, en este caso, a unos 81°.

Estas desviaciones no son necesariamente simétricas, sino que un lado puede estar más afectado que el otro, por lo que hay que medir y explorar siempre ambos lados.

El eje mecánico del miembro inferior sí sigue una línea recta trazada entre los centros articulares de la cadera, la rodilla y el tobillo. Esta línea viene a coincidir en la pierna con el eje tibial; sin embargo, en el muslo, dependiendo de la angulación y la longitud del cuello femoral, esta línea presenta un ángulo con la diáfisis femoral de unos 6°. El fémur se encuentra, pues, inclinado en un plano frontal.

Además, este eje mecánico de todo el miembro inferior no es completamente vertical sino que, debido a que las caderas se encuentran más separadas entre sí que los tobillos, presenta una leve inclinación de 3° sobre el eje vertical de gravedad. Cuando la distancia entre las caderas aumenta (como ocurre en las mujeres, sobre todo tras el parto), aumenta la inclinación del eje mecánico y del fémur sobre la vertical y se acentúa el valgo fisiológico.

En la edad infantil es cuando más problemas ortopédicos pueden darse en esta zona. En los niños de entre 2 y 11 años, el valgo considerado fisiológico puede llegar hasta 168°, y también, considerando la distancia entre los maléolos tibiales del tobillo en una visión frontal, ésta debe ser menor de 8 cm. La presencia de genu varum en este período debe considerarse anormal. (51)

4.2. Ángulo Q

Se habla del ángulo Q (ángulo del cuádriceps) cuando medimos el ángulo entre las líneas o ejes de los tendones cuadricipital y rotuliano. En los adultos es de 15.8° ($\pm 4.5^\circ$) para la mujer y 11.2° ($\pm 3^\circ$) para el hombre. (52)

La contracción isométrica del músculo cuádriceps modifica el ángulo Q disminuyéndolo, aunque esta modificación depende de la tracción de las fibras del vasto medial oblicuo. (53)(54)

El aumento del ángulo que es una desventaja biomecánica para la marcha y la carrera, además provoca un aumento de la presión fermoropatelar, sobre todo en su faceta externa. (55)

Este ángulo que durante la marcha, presenta un progresivo aumento en los niños hasta los 4 años, considerándose que a partir de los 11 años ya es definitivo. (56)

5. MOVIMIENTOS DE LA RODILLA

El movimiento principal de la rodilla es la flexoextensión. También son posibles las rotaciones de la tibia bajo el fémur, especialmente con la rodilla flexionada, y otros movimientos de pequeña amplitud (cuando son amplios se consideran patológicos), como la inclinación lateral (valgo-varo), el desplazamiento anteroposterior de la tibia y la compresión-descompresión.

5.1. Flexoextensión

La flexión es el movimiento que aproxima las caras posteriores del muslo y la pierna y su amplitud varía según la posición de partida y el tipo de movimiento:

- La flexión activa es máxima con la cadera en flexión, debido a la menor resistencia elástica del cuádriceps (y a la mayor fuerza isquiotibial si se trata de un movimiento activo). La flexión activa va de 140° (con la cadera en flexión) a 120° (con la cadera en extensión).
- La flexión pasiva alcanza una amplitud de 160° y llega a permitir que nos sentemos apoyando la nalga sobre los talones.
- La extensión aleja las caras posteriores del muslo y la pierna. En la extensión completa, desde una visión lateral, el eje del muslo se continúa con el eje de la pierna. La extensión activa rara vez sobrepasa la posición de referencia.
- La extensión pasiva puede rebasar esa posición unos $5-10^\circ$ y cuando está acentuada se conoce como genu recurvatum.

5.2. Rotaciones

Los movimientos de rotación se consiguen con la rodilla flexionada, ya que cuando está extendida la tensión ligamentosa mantiene bloqueada la articulación para estas rotaciones.

Para medir los grados de rotación se coloca al individuo en decúbito prono y se flexiona pasivamente la rodilla a 90° para eliminar esa resistencia; luego se rota pasivamente el pie y se mide el ángulo que describe el eje del pie desde la línea de referencia inicial. Según Fick, estos ángulos son de 40° de rotación externa y 30° de rotación interna.

6. SUPERFICIES DE CONTACTO

Por un lado, tenemos los cóndilos femorales apoyando y moviéndose sobre la plataforma tibia, y, por otro lado, la palanca extensora apoyándose y deslizándose entre un almohadillado graso y un surco cartilaginoso.

6.1. Fémur y tibia

Los cóndilos femorales no son ruedas paralelas entre sí, sino que los ejes anteroposteriores de cada uno presentan una divergencia hacia atrás. Además la superficie del cóndilo externo es más larga y prominente. El radio de curvatura de los cóndilos va variando de delante a atrás. Por delante presentan un amplio radio de curvatura, es una superficie articular que tiene relación con la rótula: la articulación femoropatelar. En su parte media es donde los cóndilos presentan el mayor radio de la curva, la superficie es más plana. Por detrás de esta zona la curvatura aumenta, es una superficie convexa que va a relacionarse con la superficie tibial en la flexoextensión. Debajo, la meseta tibial presenta una inclinación posterior de 10° . Las glenoides tibiales que acogen los cóndilos son también diferentes: la interna es cóncava y la externa, convexa.

Todo ello va a determinar el movimiento de los cóndilos femorales sobre las glenoides tibiales.

6.2. Fémur y Rótula

La articulación femoropatelar se asemeja a una cuerda en una polea. La cresta que presenta la rótula en su cara posterior le facilita el encaje en el canal que forman la tróclea femoral y la escotadura intercondílea. Por lo tanto, el movimiento de la rótula sobre el fémur durante la flexión es una traslación a lo largo de la garganta de la tróclea hasta la escotadura intercondílea, de arriba a abajo, siendo en la extensión de abajo a arriba.

La rótula se encuentra bien encajada en su surco, llegando al máximo acoplamiento en la flexión completa, mientras que disminuye bastante en el caso contrario, es decir, en una hiperextensión de rodillas.

Durante ese desplazamiento entre los cóndilos, el cartílago rotuliano contacta en sus diferentes zonas según el grado de flexión: desde la extensión completa hasta la flexión de 30° contacta más con su cartílago más inferior, a partir de ahí pasa a contactar con su tercio medio y finalmente, en la flexión completa, sólo la parte más proximal de la rótula contacta con la tróclea femoral, incluyendo una pequeña carilla que presenta en su ángulo superointerno. (57)

El centrado de la rótula también puede valorarse, entonces, en distintos grados del movimiento articular, mediante una visión axial. Desde esa visión podemos valorar el grado de relación de ambas carillas articulares rotulianas con los cóndilos femorales.

A partir de los 90° de flexión, la rótula se inclina y la carilla interna y la accesoria superointerna contactan con el cóndilo. En ese momento el contacto se produce en los bordes laterales de la rótula pero no en el centro. En flexión máxima existe, además, contacto entre el tendón y los cóndilos.

Las carillas articulares de la rótula varían según tres formas: (58)

- Tipo I (10%) en la que ambas carillas son simétricas.
- Tipo II (65%) en la que la carilla medial es más cóncava y más estrecha.
- Tipo III (25%) en la que la cara medial es, además, convexa y mucho más pequeña.

7. DESPLAZAMIENTOS

7.1. Fémur y tibia

En el movimiento de flexión, cuando se inicia, los cóndilos ruedan sobre las glenoides poco a poco. A medida que aumenta la flexión, empiezan a resbalar más y rodar menos hasta que, en los últimos grados de flexión, el cóndilo prácticamente se desliza sin rodar. Es la manera de evitar que, debido al solo mecanismo de rodamiento, los cóndilos se desplazaran tanto durante la flexión que se salieran por detrás. En esta importante función de sujeción interviene el ligamento cruzado anterior, que es el que provoca que se pase del rodamiento al deslizamiento.

La longitud del rodamiento al principio de la flexión es diferente en los 2 cóndilos, el cóndilo externo es más largo y sobresale más, por lo que tiene un recorrido mayor sobre la glenoide, es decir, rueda más al principio de la flexión, y el cóndilo interno sincroniza su rodamiento para proseguir juntos.

El hecho de la diferente curvatura de los cóndilos también hace que, en la flexión completa, el talón tome contacto con la nalga a nivel de la tuberosidad isquiática, más cerca del plano de simetría del cuerpo.

7.2. Comportamiento de las estructuras de sujeción pasiva

La estabilidad de la rodilla en la postura de reposo en bipedestación tiene su estabilización pasiva en una cierta hiperextensión. En esta posición se produce un «bloqueo», en el sentido de que no se puede continuar extendiendo la rodilla y, además, el hecho de que el eje de gravedad pase por delante del centro de la rodilla impide también la flexión, lo que permite descargar la contracción de los músculos del muslo, principalmente del cuádriceps. Las estructuras que mantienen el bloqueo son los casquetes de la cápsula articular, que calzan los cóndilos femorales por detrás, y las expansiones fibrosas poplíteas: el ligamento poplíteo arqueado por dentro y el ligamento poplíteo oblicuo por fuera. El ligamento cruzado posterior también se tensa en esta posición.

También desempeñan un factor de sujeción de la rodilla en extensión los músculos flexores y los fuertes tendones flexores cilíndricos: sartorio, recto interno o gracilis, semitendinoso, semimembranoso, poplíteo, bíceps crural, y también los gemelos en su inserción proximal.

La estabilidad lateral también se ve reforzada en la posición de extensión de la rodilla debido al aumento de la tensión a la que se ven sometidos los ligamentos colaterales. El ligamento colateral externo (LCE) se ve reforzado por la fascia lata, mientras que el ligamento colateral interno lo hace con la pata de ganso superficial. También influyen las expansiones fibrosas de las aponeurosis del cuádriceps en sus vastos externos e internos. (59)

La rótula se mantiene centrada en la tróclea femoral por las fibras patelofemorales o alerones rotulianos.

8. COMPORTAMIENTO DE LAS ESTRUCTURAS DINÁMICAS

8.1. Músculos extensores

La extensión de la rodilla ocurre por el músculo cuádriceps: por cuatro vientres musculares que desde la mitad superior del muslo, convergen en la rótula y, desbordándola, alcanzan la tuberosidad anterior tibial.

Tres de ellos son monoarticulares y traccionan la rótula hacia arriba siguiendo la disposición de sus fibras, con lo que la fuerza resultante final se dirige siguiendo el eje del muslo. El vasto interno desciende más que el externo y parte de sus fibras, las más distales, aumentan la inclinación para traccionar la rótula con mayor intensidad y evitar la tendencia rotuliana a desplazarse afuera durante la acción extensora global.

Podemos hablar, pues, de dos porciones en el vasto interno: una larga y una extensora, que se inserta en el ángulo superointerno de la rótula, y otra oblicua estabilizadora de la rótula en su

ascenso durante la extensión. Algunos autores también dividen el vasto lateral en dos porciones (60): larga y corta, estabilizando esta última a la rótula, lateralmente, junto a la cintilla iliotibial. (61)

El otro fascículo del cuádriceps es el recto anterior. Un músculo biarticular pues cruza por delante de la rodilla y de la cadera para insertarse en la pelvis. Su acción extensora sobre la rótula se ve mejorada cuando la cadera se coloca en extensión, pues entonces sus fibras se encuentran más alargadas cuando comienza la contracción y por tanto, serán más efectivas.

La inserción del cuádriceps en la rótula está formada por tres capas: la más superficial es la del recto anterior, la intermedia es la fusión de las aponeurosis del vasto medial y lateral, y la profunda la inserción del vasto intermedio o músculo crural. (62)

8.2. Músculos flexores

Los músculos flexores de la rodilla se sitúan por detrás de ella y son:

1. Los músculos llamados isquiotibiales (semitendinoso, semimembranoso y bíceps crural).
2. Los que constituyen la pata de ganso superficial (sartorio, recto interno y el ya nombrado, semitendinoso).
3. El músculo poplíteo.
4. En parte, los gemelos (gastrocnemio).
5. También hay que mencionar la fascia lata, cuyo tensionado aumenta la flexión de la rodilla, una vez iniciada la misma.

El músculo poplíteo y la porción corta del bíceps crural no son biarticulares, los demás son biarticulares, con lo que intervienen tanto en el movimiento de la rodilla como en el de la cadera, modificando la intensidad de sus acciones, bien en la cadera o bien en la rodilla.

Los isquiotibiales realizan tanto la flexión de la rodilla como la extensión de la cadera o la retroversión de la pelvis. Así, durante la flexión de la cadera se llega a un momento, hacia los 90° (y en la mayoría mucho antes), en el que la flexibilidad muscular no da más de sí y, o la rodilla se flexiona o la pelvis se ve obligada a bascular en retroversión. Como la flexión de la cadera aumenta la eficacia de estos músculos, la posición al subir una pendiente, o en la escalada, se ve favorecida cuando inclinamos hacia delante el tronco o, lo que es lo mismo, flexionamos la cadera.

El caso del músculo poplíteo es particular. Su función básica es la de rotador interno de la rodilla al actuar sobre la tibia (63). Estudios electromiográficos han puesto de manifiesto una marcada

actividad del poplíteo durante la flexión de la rodilla (64). Pero, aunque se encuentra por detrás de la articulación y por lo tanto con un factor flexor, algunos autores, como Kapandji, llegan a plantear que, cuando la rodilla está flexionada, la inserción femoral del poplíteo tira del cóndilo externo hacia atrás y también puede contribuir a iniciar la extensión. Es un músculo complejo que controla el inicio de ambos movimientos o está allí para corregir la trayectoria del movimiento, respetando la fisiología de la rodilla (65).

El de acción más compleja es el músculo sartorio, el cual, cuando la rodilla está en extensión, interviene sobre el movimiento de la cadera, llevándola a una flexión, abducción y rotación externa. Pero cuando la rodilla está flexionada, la lleva a una mayor flexión de la misma y una rotación interna de la pierna.

Los músculos flexores se originan en la tuberosidad isquiática, pero unos se dirigen a la cara interna de la tibia y otros al peroné (por ello algunos autores prefieren denominarlos isquiosurales), provocando un componente rotatorio además de la flexión. El semitendinoso y el semimembranoso son, además de flexores, rotadores internos de la pierna, mientras que el bíceps crural (ambas porciones corta y larga) es rotador externo. Así pues, los músculos flexores de la rodilla son también sus rotadores.

8.3. Biomecánica de la flexión

Los cóndilos primero ruedan y luego resbalan. Al principio de la flexión los cóndilos femorales ruedan sobre las superficies glenoideas tibiales. Al continuar la flexión, los cóndilos empiezan a resbalar. Al final de la flexión sólo hay deslizamiento.

Los primeros grados de flexión se acompañan de una rotación automática interna tibial por la acción más determinante del cóndilo externo rodando sobre la tibia. Los meniscos se desplazan hacia atrás para acompañar a los cóndilos femorales. La rótula no es atrapada por la tróclea del fémur hasta los 25-30° de flexión. El tendón rotuliano se desplaza hacia atrás unos 35°.

Las presiones en la articulación femoropatelar aumentan progresivamente durante la flexión. A los 90° son el triple que a los 45°. De los 90° hasta los 120° la presión disminuye debido a que el tendón rotuliano se pone en contacto con la tróclea femoral. El pico de mayor presión se localiza entre los 70 y los 80° (66). Lógicamente, la presión será mayor en los individuos que posean tendones rotulianos más cortos que en los que los tengan más largos.

A los 20° de flexión, la compresión rotuliana y el ángulo Q provocan que la carilla externa de la rótula se comprima sobre el cóndilo externo.

Si consideramos una flexión de la rodilla en situación de carga, como puede ser la flexión de rodilla en bipedestación, entonces la rotación interna automática se intenta compensar con una mayor participación del bíceps femoral que frena esa rotación (67).

En la flexión activa, el músculo poplíteo inicia la orientación articular para que los músculos flexores de la pata de ganso superficial, los isquiotibiales o el bíceps femoral, prosigan la acción (68).

8.4. Biomecánica de la extensión

La principal función del músculo cuádriceps es la extensión de la rodilla y la estabilización de la rótula. Cuando se inicia la extensión participan también las fibras del músculo subcruval que tiran de la cápsula hacia arriba.

La tracción del cuádriceps sobre la rótula y de ésta sobre los ligamentos meniscorrotulianos provoca que los meniscos se vean arrastrados hacia delante.

El ligamento femoropatelar medial es la estructura ligamentosa más importante para evitar un desplazamiento lateral y, así, retener la rótula centrada. También hay que destacar la importancia clínica del vasto medial, debido a la oblicuidad de sus fibras y a su inserción tan baja. (69)

Según estudios electromiográficos (70), la limitación de la extensión suele estar en relación con la mecánica articular de la rodilla y no necesariamente con la debilidad del vasto interno.

En la extensión activa, desde 160 a 90°, el momento que ejerce el cuádriceps se mantiene muy constante para disminuir rápidamente, se requiere un gran esfuerzo para extender la articulación los últimos 20°. (71)

El recto anterior tiene una fuerza muy variable en dependencia de la colocación previa de la cadera. Cuando la cadera está flexionada, el recto anterior tiene que desarrollar más esfuerzo para extender la rodilla que cuando la cadera está previamente extendida o la posición neutra.

De todas formas, para las actividades de la vida diaria (subir y bajar escaleras, sentarse, etc.) no suele requerirse en la rodilla más que una amplitud de movimiento articular en la rodilla que va desde 0 a 115° de flexión. (72)

9. MECÁNICA Y PATOMECAÁNICA DE LOS MÚSCULOS EXTENSORES DE LA RODILLA (73)

El músculo cuádriceps es el que se encarga de la extensión de la rodilla. El cuádriceps se compone de cuatro músculos los cuales analizaremos a continuación (ANEXO7):

➤ **Recto femoral**

El recto femoral es el único músculo que se une a dos articulaciones una en la cadera y la otra en la rodilla, también es uno de los músculos localizado en el centro de la parte anterior del muslo. El recto femoral contribuye en la extensión de la rodilla y flexión de la cadera. (74,75) Sin embargo, es importante entender las circunstancias bajo las cuales el recto femoral contribuye a estos movimientos. El recto femoral está activo en la extensión de la rodilla con la cadera flexionada o extendida (76,77,78). Sin embargo, estudios muestran que es más activo cuando la pierna esta recta que cuando realiza una contracción isométrica del cuádriceps en la posición de decúbito supino. (79, 80) Datos electromiográficos (EMG) muestran que el músculo participa en la flexión activa de la cadera en el medio y al final del rango de flexión de movimiento (ROM). Sin embargo, su actividad aumenta en la rotación lateral y la abducción de la articulación de la cadera.

- **Efectos de la debilidad**

La debilidad del recto femoral es inusual, causa una reducción de la fuerza de la extensión de la rodilla y una disminución en la fuerza de la flexión de la cadera. El área de la sección transversal fisiológica del recto femoral es aproximadamente el 15% de la masa muscular total del cuádriceps. (81,82) La estimulación eléctrica directa al recto femoral sugiere que el músculo produce aproximadamente el 20-25% de la extensión. Por lo tanto, la pérdida de fuerza del recto femoral por si sola puede producir hasta un 25% de pérdida en la fuerza de la extensión.

- **Efectos de la rigidez**

A diferencia de la debilidad del recto femoral, la rigidez aislada del recto femoral es común, ya que la posición para estirar el músculo (extensión de la cadera con flexión de la rodilla) es poco frecuente. La firmeza del recto femoral limita el ROM en los movimientos combinados de flexión de rodilla y extensión de cadera. La identificación de la rigidez del recto femoral requiere un examen de la movilidad de flexión de rodilla con la cadera en extensión. La flexión de la cadera pone el recto femoral en la holgura, permitiendo más ROM de flexión de la rodilla. (ANEXO 8)

➤ **Vasto intermedio**

Otro músculo del cuádriceps ubicado en la posición central es el vasto intermedio. Es un músculo independiente y más profundo del grupo muscular del cuádriceps (81), no es palpable en el muslo normal.

Al igual que el otro vasto, la acción del vasto intermedio es la extensión de la rodilla. Los estudios de EMG demuestran la actividad del vasto interno durante la extensión de la rodilla durante todo el ROM.

- **Efectos de la debilidad**

Es poco probable que el vasto intermedio se debilite. Sin embargo, en algunas personas presentan una proporción sustancial de todo el músculo cuádriceps. El porcentaje del cuádriceps formado por el vasto intermedio basado en el área de la sección transversal fisiológica varían entre aproximadamente 15 y el 40% de la masa muscular total. En la estimulación eléctrica directa el músculo intermedio produce aproximadamente 40-50% del torque extensor total. Debido a esto, la debilidad del vasto intermedio produce una disminución de la fuerza en la extensión de la rodilla. (73)

- **Efectos de la rigidez**

La firmeza del vasto intermedio solo es poco probable. Sin embargo, la rigidez de los vastos juntos contribuyen a la disminución de la flexión de la rodilla en el ROM. Es importante reconocer que la rigidez de los tres vastos cruzan solo la rodilla y dan como resultado un ROM disminuido en la flexión de rodilla independientemente de la posición de la cadera, a diferencia del recto femoral, cuya rigidez se observa cuando se extiende la cadera.(73)

- **Vasto lateral**

El vasto lateral es un músculo grande. En muchas personas, es el músculo más grande del cuádriceps. La acción del vasto lateral es la extensión de la rodilla está activo durante todo el ROM de la extensión de la rodilla y la contracción es proporcional a la resistencia en la extensión.

- **Efectos de la debilidad**

La debilidad del vasto lateral reduce la fuerza en la extensión de la rodilla. La debilidad del vasto interno no es común. Sin embargo, la pérdida de fuerza en el vasto lateral puede reducir la fuerza en la extensión. En diferentes estudios muestran que en algunas personas, el vasto lateral puede contribuir en un 40% de la fuerza en la extensión de la rodilla (81). Sin embargo, en la estimulación eléctrica del vasto lateral durante su contracción dieron los mismo resultados que el recto femoral, aproximadamente 20-25% de la extensión total. Si el vasto lateral se debilita produce una debilidad en la extensión de la rodilla.

- **Efectos de la rigidez**

La rigidez del vasto lateral no es común. Sin embargo, la rigidez limita el ROM en la flexión de la rodilla. La rigidez también puede contribuir a un aumento en la fuerza de contacto entre la rótula y el fémur durante la flexión de la rodilla. Por lo tanto, la rigidez del cuádriceps puede contribuir al dolor articular femorrotuliano.

➤ Vasto medio

El vasto medio es el más estudiado del músculo cuádriceps, aproximadamente abarca de 20 a 30% del área transversal fisiológica global del cuádriceps.

La acción del vasto medio es la extensión de la rodilla. En el EMG muestra que el vasto medio está activo con las otras cabezas del cuádriceps en todo el ROM de la extensión activa de la rodilla. En la estimulación directa el vasto medial proporciona aproximadamente 10-12% de la extensión total en las contracciones, la segunda función del vasto medial es estabilizar la rótula durante la extensión activa de la rodilla para apreciar la importancia de esta función, es necesario examinar la arquitectura general del cuádriceps, el recto femoral y el vasto intermedio están ubicados en el centro, y sus tracciones en la rótula se ejercen a lo largo del eje del fémur, porque el fémur se desvía lateralmente desde la tibia y tiran proximalmente y lateralmente la rótula (ANEXO 9). Además la tracción del vasto lateral en la rótula es respecto al fémur. Sin embargo, el ligamento patelar tira de la rótula en dirección distal. La adición de estas fuerzas sobre la rótula produce una fuerza que se dirige lateralmente sobre la rótula. El ángulo Q estima el tirón lateral del músculo cuádriceps. Está formado por la intersección de la espina iliaca anterosuperior (ASIS) de la pelvis con el centro de la rótula y otra de la tuberosidad tibial (ANEXO 10). Aunque las estimaciones de la magnitud del rango de la población normal varían, existe un acuerdo general de que los valores normales oscilan entre aproximadamente 10 y 20°. Los estudios que investigan las diferencias en el ángulo Q entre hombres y mujeres informan ángulos Q estadísticamente más grandes en mujeres, con valores que varían de 15 a 20°. Los valores informados para los hombres oscilan entre aproximadamente 10 y 15°. En el individuo sin patología de la extremidad inferior, el ángulo Q y la medición del valgo de la rodilla usando el mismo eje del fémur y la tibia son muy similares (ANEXO 11). Sin embargo, el ángulo es una función de la ubicación de la tuberosidad tibial en lugar del eje de la tibia.

Por lo tanto, las deformidades torsionales de la tibia y el fémur y las alineaciones rotativas del pie de la rodilla. Ángulo de ángulo Q anclado un tirón lateral aumentado en la rótula y parece aumentar el riesgo de dolor anterior de rodilla. El ángulo Q indica que la contracción activa del músculo cuádriceps femoral se aplica a la tracción lateral de la rótula, ya que tira de la rótula proximalmente y extiende la rodilla. De hecho, se informaron los cambios en la inclinación rotuliana y los ángulos de congruencia durante la contracción del cuádriceps femoral en las personas. Hay tres sistemas de protección para estabilizar la rótula y prevenir su desviación lateral (48). Una fuente de protección es la superficie expandida en el cóndilo lateral del fémur. Esta expansión ósea sirve como contrafuerte contra el desplazamiento lateral de la rótula. El retináculo del extensor medial también proporciona resistencia pasiva al tirón lateral en la rótula. Finalmente, la protección dinámica es ofrecida por el vasto medio, particularmente por las fibras

de la VMO. La disposición de la fibra de la VMO hace que el músculo sea ideal para proporcionar fuerza estabilizadora, ya que las fibras corren casi por completo en dirección medial y lateral y directamente a la inserción de la rótula. Por lo tanto, la función principal de la VMO parece ser la estabilización de la rótula contra la tracción lateral normal de las otras cabezas del músculo cuádriceps femoral.

- **Efectos de la debilidad**

Algunos autores sugieren que la expansión lateral de la rótula probablemente ocurre al término de la extensión. Sin embargo, el efecto del vasto medio es controvertido. Primero es importante reiterar que el vasto medio parece con las otras cabezas del músculo cuádriceps femoral a lo largo de la extensión de la rodilla. Esta participación es independiente de la posición angular de la rodilla, la velocidad de contracción y el modo de contracción (concéntrico vs. Excéntrico).

Por lo tanto, es difícil identificar un escenario en el que el vasto medial sea débil de forma aislada. La debilidad del vasto medial junto con el resto del músculo cuádriceps femoral conduce a una disminución de la fuerza en la extensión de la rodilla. Sin embargo, sigue habiendo una fuerte impresión clínica de que la debilidad del vasto medial contribuye al dolor anterior de la rodilla al permitir el seguimiento lateral excesivo de la rótula.

El desplazamiento lateral anormal de la rótula durante la contracción del cuádriceps se informa en individuos con dolor anterior de rodilla. Sin embargo, los datos para demostrar que la debilidad específica del vasto medial contribuye al seguimiento anormal de la rótula y, por lo tanto, al dolor anterior de la rodilla han sido difíciles de alcanzar. En contraste, la fuerza del cuádriceps femoral como un todo se correlaciona con la presencia o ausencia de dolor anterior en la rodilla. La fuerza del cuádriceps también parece ser un poderoso predictor del éxito o fracaso de un régimen de intervención para el dolor anterior de rodilla.

- **Efectos de la rigidez**

No hay informes de rigidez específica del vasto medio. La rigidez junto con el resto de los músculo cuádriceps disminuye la ROM de flexión de la rodilla.

9.1. Consideraciones funcionales para el músculo cuádriceps

Después de lo hablado en lo anterior, las cabezas del cuádriceps funcionan juntas para extender la rodilla. En actividades de la vida diaria, se requiere la contracción del cuádriceps femoral principalmente para levantar y bajar el peso del cuerpo mientras está en posición vertical. Tales

actividades incluyen subir o bajar de una silla o subir escaleras. Por el contrario, la extensión de la rodilla durante la fase de balanceo de la marcha requiere poca o ninguna actividad del cuádriceps femoral. Esta extensión ocurre principalmente como resultado del impulso.

La debilidad del cuádriceps es un fuerte predictor del deterioro del rendimiento en muchas actividades de la vida diaria.

La fuerza de los cuádriceps también parece ser un factor crítico en la rehabilitación de la articulación de la rodilla después de las lesiones ligamentosas.

Del mismo modo, la fuerza de extensión de la rodilla se correlaciona positivamente con la función y se correlaciona negativamente con los síntomas en individuos con osteoartritis de la rodilla. Incluso hay evidencia de que la fuerza del cuádriceps ofrece protección contra la degeneración articular. Por lo tanto, se insta al clínico a evaluar la fuerza de extensión de la rodilla cuidadosamente en pacientes con menor alteración de la extremidad.

10. ANÁLISIS DE LAS FUERZAS QUE ACTÚAN SOBRE LA RODILLA

10.1. Análisis bidimensional de la fuerza muscular en el cuádriceps durante la extensión de rodilla

Un ejercicio de fortalecimiento típico para el músculo cuádriceps femoral es la extensión de la rodilla que levanta un peso desde la posición sentada (ANEXO 12) presenta un análisis bidimensional simple de este ejercicio. Aunque este ejemplo es una simplificación excesiva de las cargas en la rodilla, proporciona una aproximación aceptable de la fuerza requerida del cuádriceps para sostener la pierna y el pie en un ángulo de 30° de flexión de la rodilla con un peso de 10 libras (lb) en el tobillo. El análisis revela que los músculos extensores deben generar una fuerza de 1.08 veces el peso corporal (PC) para mantener esta posición.

El examen cuidadoso del brazo del momento del músculo cuádriceps en comparación con el momento en que los brazos del tobillo pesan y el peso de la pierna y el pie explica porque necesita una fuerza extensora tan grande. El brazo de momento del peso del tobillo es aproximadamente 10 veces mayor que el brazo de momento del músculo. De manera similar, el brazo de momento del peso de la pierna y el pie es aproximadamente 6.5 veces más grande que el brazo de momento del cuádriceps. La desventaja mecánica producida por el brazo de momento corto del cuádriceps da como resultado requisitos de fuerza muy grandes del músculo.

En el ejemplo del (ANEXO 12) analiza la fuerza en el músculo cuádriceps en una posición única de la rodilla. Los cambios en la posición de flexión y extensión de la rodilla alteran el momento de los brazos de los pesos y también del músculo. A medida que la rodilla se extiende desde 90° hasta la extensión completa, los brazos de momento del tobillo y el peso de la extremidad aumentan constantemente (ANEXO 12). Por lo tanto, los momentos externos que debe resistir el músculo cuádriceps aumentan. El brazo del cuádriceps es mayor en extensión que en flexión más allá de 50°. Sin embargo, este aumento es relativamente leve y proporciona solo una pequeña mejora en la ventaja mecánica del músculo. Los aumentos en el momento en que los brazos de las fuerzas externas exceden cualquier ventaja mecánica aumentada del cuádriceps.

En consecuencia, la fuerza requerida del cuádriceps aumenta progresivamente desde 90° de flexión de la rodilla hasta la extensión completa.

10.1.1. Efecto del modo de ejercicio en la fuerza del cuádriceps

Los ejemplos descritos anteriormente examinan las fuerzas musculares que se requieren para resistir el peso de la pierna y el pie y cualquier peso adicional aplicado. Sin embargo, hay muchos otros dispositivos de fortalecimiento disponibles que ejercen resistencia sobre la rodilla de diferentes maneras. Cada método puede alterar la dirección de la fuerza externa o la mecánica de la producción muscular. Es importante que el clínico aprecie la influencia que ejerce el modo de ejercicio sobre las fuerzas musculares en la rodilla. Esta sección examina los efectos variables de la resistencia aplicada por:

- Una polea o sistema de levas.
- Un dinamómetro isocinético.
- Un ejercicio de cadena cerrada.

10.1.2. Resistencia a la extensión de rodilla ofrecida por un sistema de poleas:

La diferencia crítica entre la resistencia de los pesos libres como se demuestra en el (ANEXO12) y una resistencia aplicada a través de una polea es la dirección de la fuerza externa. El peso es una fuerza que, por definición, se ejerce en una dirección vertical y descendente. Sin embargo, una polea o sistema de leva está diseñada para entregar una fuerza que siempre se dirige perpendicular a la extremidad (ANEXO 13). En este caso, el momento externo aplicado a la rodilla es constante a lo largo del rango de extensión. Desde el momento en que el brazo del cuádriceps aumenta ligeramente en la última mitad del movimiento de la extensión, la fuerza muscular de extensión necesaria para generar el momento es ligeramente inferior a este rango. La

magnitud de la fuerza del cuádriceps, entonces, se ve afectada más por la magnitud de la resistencia que por la posición de la rodilla.

10.1.3. Extensión de la rodilla contra un dinamómetro isocinético:

Un dinamómetro isocinético difiere de los pesos libres y de los sistemas de poleas al permitir una resistencia variable. Al igual que en el sistema de poleas, la resistencia se aplica perpendicular a la pierna. Sin embargo, el dinamómetro ofrece una resistencia de acomodación que coincide con el par aplicado por el individuo que lo usa. La mecánica del músculo cuádriceps revela que el músculo extensor de la flexión de la rodilla, en algún lugar aproximadamente 50 y 80° de la flexión de la rodilla. Por lo tanto, cuando el individuo aplica una fuerza máxima al dinamómetro a través del rango de extensión de la rodilla, la fuerza del cuádriceps alcanza su máximo en el rango medio.

10.1.4. Ejercicios de extensión de rodilla usando un formato de cadena cerrada:

Una cadena cerrada es una descripción mecánica de un sistema de enlaces en el que ambos extremos del sistema están unidos a estructuras relativamente fijas. La rodilla participa en actividades de cadena cerrada cuando el pie está fijo en el suelo. Dado que la cadera está conectada a un torso menos móvil superiormente, la rodilla está situada entre dos extremos relativamente fijos y funciona en una cadena cerrada. Las sentadillas son una forma común de ejercicio de cadena cerrada.

El ejercicio de cadena cerrada presenta las diferencias sustanciales con respecto a los otros ejercicios de fortalecimiento de la extensión descritos hasta ahora. Primero, la resistencia es el peso de la cabeza, los brazos y tronco (CBT). La otra gran diferencia es la relación entre el momento del brazo de resistencia y la posición de la articulación de la rodilla. En posición erguida, el centro del peso se encuentra ligeramente por delante de la articulación de la rodilla. En esta posición, el brazo de momento del peso (CBT) es muy pequeño y en realidad produce un pequeño momento de extensión. En consecuencia, en posición erguida, no hay necesidad de actividad de los extensores de la rodilla. Sin embargo, cuando el sujeto se pone en cuclillas, el centro de más CBT se mueve hacia atrás, produciendo un brazo de momento de flexión que aumenta con el ángulo de flexión de la rodilla. A medida que la sentadilla aumenta, la magnitud del momento de flexión externa aumenta, la fuerza requerida del músculo cuádriceps aumenta en consecuencia. Las actividades de cadena cerrada son comunes a lo largo de la vida cotidiana,

levantarse de una silla, subir escaleras y salir de la bañera son algunos ejemplos de las actividades de cadena cerrada llevado a cabo rutinariamente.

Los cuatro modos de ejercicios descritos aquí difieren entre sí en el patrón de fuerza muscular de cuádriceps requerido a través del rango de flexión de la rodilla y de extensión. Estos patrones se resumen a continuación:

- En el ejercicio con pesas libres, la fuerza del cuádriceps requerida para un peso dado alcanza su punto máximo cuando la rodilla esta en extensión completa.
- La extensión de la rodilla utilizando un sistema de polea produce una fuerza casi constante del cuádriceps (ligeramente más baja, ya que el bazo del momento cuádriceps disminuye algo cuando la rodilla se flexiona a menos de 50°). La magnitud de la fuerza del cuádriceps depende principalmente de la fuerza externa.
- Debido a que la resistencia isocinética es complaciente, la fuerza del cuádriceps refleja la capacidad mecánica intrínseca del músculo. Por lo tanto, la fuerza máxima del cuádriceps se produce en el rango medio de la flexión de la rodilla.
- El ejercicio de cadena cerrada requiere aumentar la fuerza del cuádriceps a medida que aumenta la flexión de la rodilla.

Varios estudios informan la fuerza muscular del cuádriceps durante el ejercicio máximo isométrico o isocinético. Las estimaciones de las fuerzas musculares generadas durante los esfuerzos máximos varían pero son tan grandes como nueve veces 250 Nm. A modo de comparación, (ANEXO 14) reproduce los cálculos en (ANEXO 12) utilizando momentos internos en unidades de newton-metros (Nm). Estos cálculos revelan que levantar un peso libre de 10 Lb puede generar una carga de extensión de aproximadamente 26.3 Nm.

Relevancia clínica: Fractura de avulsión de la tuberosidad tibial: estudio de caso:

El análisis de ejercicios de extensión con resistencia demuestra las enormes cargas que los músculos extensores son capaces de generar. Maffulli y Grewal informan fracturas por avulsión sostenidas por dos gimnastas adolescentes durante las maniobras de aterrizaje. Estos autores informan que ambos niños mostraron una mayor fuerza en sus extensores ilesos que los adolescentes no atléticos. Los autores sugieren que la fuerza en el músculo cuádriceps desarrollada durante el aterrizaje puede haber excedido la resistencia de la placa de crecimiento de la tuberosidad tibial. Estos informes son útiles para demostrar la fuerza que el músculo cuádriceps femoral es capaz de generar. También sirven para advertir al médico que el sistema musculoesquelético subyacente debe ser capaz de sostener estas cargas.

10.2. Fuerzas y momentos en las estructuras de la articulación de la rodilla durante la actividad

10.2.1. Fuerzas y momentos en la articulación tibiofemoral

Una vez que se determina la fuerza muscular en una articulación, se pueden usar ecuaciones de equilibrio estático para calcular las fuerzas de reacción conjunta en la articulación. (ANEXO 15) proporciona una solución simple de dos dimensiones para la fuerza de reacción articular en la articulación tibiofemoral durante el ejercicio de extensión de rodilla de peso libre descrito en (ANEXO 12). Este ejemplo revela que durante el simple ejercicio de extensión de la rodilla de levantar una carga de 10 lb, la articulación tibiofemoral mantiene una fuerza de reacción conjunta de aproximadamente el 100% de PC. Dado que las cargas musculares son un importante contribuyente a las fuerzas de reacción de las articulaciones, no es sorprendente que se reporten cargas considerablemente mayores de hasta varias veces durante las actividades como caminar, trotar, levantar, guiar y subir escaleras.

La fuerza de reacción conjunta en una articulación se informa con frecuencia en términos de sus componentes de carga axial o compresiva, así como sus fuerzas de corte en las direcciones anteroposterior y medial-lateral. Las cargas de compresión en la rodilla son mucho mayores que las fuerzas de corte. La fuerza de reacción conjunta es de particular interés porque se considera como un importante factor que contribuye al desarrollo de la osteoartritis (OA). La articulación de la rodilla es una de las articulaciones de soporte de peso más comunes afectadas por OA, y la OA de rodilla es la principal causa de discapacidad en adultos mayores. Por lo tanto, es importante que el clínico reconozca la relación entre las fuerzas musculares y articulares y sus posibles asociaciones con OA y considere cómo el ejercicio afecta las cargas articulares.

La articulación tibiofemoral también sostiene grandes momentos durante las actividades funcionales. La articulación tibiofemoral exhibe 6 grados de libertad y, por lo tanto, sostiene fuerzas y momentos a lo largo y alrededor de los ejes medial-lateral, anteroposterior y longitudinal. Los momentos sobre los ejes medial-lateral y antero-posterior son particularmente relevantes clínicamente. Los momentos sobre el eje medial-lateral tienden a producir flexión o extensión. Un momento interno de extensión producido por el cuádriceps equilibra el momento de flexión externo ejercido por la fuerza de reacción del suelo durante una sentadilla. En el plano frontal, durante la locomoción normal, la fuerza de reacción del suelo aplica un momento de aducción externo sobre la rodilla durante la mitad de la postura. Este momento de aducción aumenta las fuerzas aplicadas a la meseta tibial medial y al cóndilo femoral. El momento de aducción aumenta en individuos con alineación en varo de la rodilla y se asocia con cambios degenerativos del lado medial de la articulación de la rodilla, osteoartritis en el compartimiento medial de la rodilla.

Por el contrario, un individuo que carece de una estabilización adecuada de la articulación de la cadera y la rodilla en el plano frontal puede sufrir grandes momentos de abducción externa durante el soporte del peso. Los momentos de abducción excesiva se asocian con dolor medial de rodilla y desgarros del ligamento cruzado anterior.

Un elemento importante en la vinculación de fuerzas y momentos de la articulación con la posterior degeneración de la articulación es el área sobre la que se aplica la fuerza. La capacidad de una articulación para sostener las fuerzas de reacción conjuntas depende no solo de la magnitud de la fuerza de reacción, sino también de su ubicación y de cómo se dispersa a través de la superficie de la articulación. El área sobre la cual se aplica una fuerza determina la tensión aplicada a la estructura. La incongruencia de las superficies articulares de la articulación tibiofemoral afecta directamente el área de contacto de la rodilla y, en consecuencia, el estrés aplicado a las superficies tibiales. Los estudios indican que el compartimento medial normal de la rodilla soporta más fuerza de reacción articular que el compartimento lateral. Sin embargo, la superficie articular global es mayor en el lado medial de la articulación que en las superficies laterales. Los informes difieren sobre cuál cóndilo tibial sostiene mayor estrés. Las magnitudes reportadas de estrés máximo varían de 4 a 9 MPa en condiciones de carga estática, en comparación con 4 a 7 MPa en la cadera durante el nivel de caminata.

10.2.2. Fuerzas en los ligamentos de la articulación tibiofemoral

El análisis de las fuerzas de la articulación tibiofemoral presentado en (ANEXO 15) que el tirón del músculo cuádriceps femoral durante la contracción puede descomponerse en un componente compresivo y un componente de cizalladura. El componente compresivo contribuye a las grandes fuerzas axiales en la articulación tibiofemoral descrita anteriormente. La fuerza de corte anterior también tiene importantes implicaciones clínicas. El tirón del músculo en la dirección anterior tiende a deslizar la tibia en sentido anterior sobre el fémur. Se informan fuerzas de cizalla anteriores iguales al peso corporal durante una contracción vigorosa del cuádriceps. El ligamento cruzado anterior (LCA) proporciona la resistencia primaria a la traducción anterior de la tibia. Por lo tanto, la contracción del cuádriceps aplica un tirón significativo del LCA.

10.3. Co-contracción de los músculos en la rodilla

En los análisis biomecánicos presentados anteriormente, solo el músculo cuádriceps está activo. Sin embargo en muchas actividades de la vida diaria, los músculos isquiotibiales se contraen con el músculo cuádriceps. Esa contracción a menudo se usa para proteger el LCA del tirón excesivo del cuádriceps. Los isquiotibiales ejercen una fuerza cortante posterior sobre la tibia durante la

contracción y en realidad disminuyen la fuerza sobre el LCA en particular cuando la rodilla esta flexionada. (ANEXO 16)

10.4. Fuerzas y tensiones en la articulación femorrotuliana

El cartílago articular extraordinariamente grueso que se encuentra en la rótula sugiere que la rótula está sujeta a fuerzas articulares muy grandes. La fuente principal de las grandes fuerzas de reacción articular en la articulación femorrotuliana es la gran fuerza muscular del cuádriceps generada en tantas actividades de la vida diaria. El cuádriceps se estira de manera proximal sobre la tibia tirando de la rótula y del tendón rotuliano. Desde la perspectiva de la rótula, el cuádriceps se estira de manera proximal sobre la rótula, mientras que el ligamento rotuliano se extiende distalmente sobre la rótula (ANEXO 17) Si la rótula funciona como una polea, como se describe con frecuencia, la magnitud del tirón proximal en la rótula es igual a la magnitud del tirón distal. Aunque ahora hay evidencia que demuestra que estas magnitudes no son iguales, esta suposición es una simplificación justificable usada frecuentemente para estimar la fuerza sobre la rótula en la articulación femorrotuliana.

Las direcciones de tracción del cuádriceps y la rótula también son importantes para determinar la carga sobre la rótula. Cuanto más flexionada esté la rodilla, más se arrastrará la rótula hacia el fémur. Por el contrario, cuanto más extendida esté la rodilla, más se tirará de la rótula paralela al fémur (ANEXO 18). Este conocimiento se puede aplicar para comprender los efectos de varios protocolos de fortalecimiento de la rodilla.

Aunque es importante tener en cuenta las fuerzas de reacción conjuntas al diseñar un programa de ejercicios, también es importante tener en cuenta las tensiones en una articulación. Esto es particularmente cierto en la articulación patelofemoral, donde las superficies de contacto cambian drásticamente a través del rango de flexión de la rodilla. Hay poco contacto entre la rótula y el fémur cuando la rodilla está completamente extendida y solo la porción inferior de la rótula se conecta con el fémur en la flexión temprana de la rodilla. El área de contacto aumenta a medida que la rodilla se flexiona a aproximadamente 90° . El cambio en el área de contacto en la rótula tiene efectos dramáticos sobre el estrés aplicado a la articulación femorrotuliana. Cuando la rodilla está completamente extendida en el ejercicio de peso libre, la fuerza muscular del cuádriceps es grande. Sin embargo, si no hay contacto entre la rótula y el fémur, no hay estrés en la rótula. Por 15 a 30° de flexión de la rodilla hay contacto entre la rótula y el fémur, pero en un área pequeña. En el ejercicio de peso libre, la fuerza muscular permanece alta y, en consecuencia, el estrés patelofemoral es bastante alto. En comparación, el ejercicio de cadena cerrada en realidad genera tensiones conjuntas femorrotulianas más pequeñas con la rodilla ligeramente flexionada, porque la fuerza del músculo cuádriceps femoral es menor. Lo contrario es cierto con

la rodilla flexionada a 90 °. Las tensiones femorrotulianas son más altas en los ejercicios de cadena cerrada que en el ejercicio de peso libre con la rodilla flexionada a 90 ° debido a las diferencias en la fuerza muscular del cuádriceps. Como resultado, con frecuencia se recomiendan los ejercicios de cadena cerrada en la flexión leve de la rodilla para fortalecer el cuádriceps femoral mientras se evitan los grandes esfuerzos en la articulación femorrotuliana.



CAPÍTULO IV: DIAGNÓSTICO DE LA ENFERMEDAD DE OSGOOD-SCHLATTER

El médico podría sospechar que tiene la enfermedad de Osgood-Schlatter por su edad, síntomas y por su práctica deportiva. Para confirmar el diagnóstico, su médico examinara su rodilla para detectar el dolor, sensibilidad, inflamación y rubor, y también evaluara los rangos de movimientos de la articulación de la rodilla. (83)

Si el diagnóstico no es muy claro, su médico le pedirá que se realice radiografías de rodilla. Si el dolor es constante o la sensibilidad en su rodilla no es solo en una área determinada, su médico también podría utilizar estas radiografías para descartar otras patologías. (83)

En algunos casos, su médico podría pedirle una ecografía o resonancia magnética para evaluar más a fondo el tendón rotuliano.

1. EXAMINACIÓN SUBJETIVA

1.1 Anamnesis

1.1.1. Datos personales

Nombres y apellidos, edad, sexo, ocupación, práctica deportiva actual.

*Edad y sexo: hay estudios epidemiológicos que esta enfermedad es más común en varones entre las edades de 10 -15 años de edad. (3, 38)

1.1.2. Antecedentes personales o familiares

Antecedentes patológicos, enfermedades sistémicas, etc.

1.1.3. Motivo por el cual acude a la consulta

En esta parte el paciente menciona su motivo por el cual viene a la consulta. El paciente hace mención de sus síntomas y se puede obtener una idea de la naturaleza del problema.

1.1.4. Síntomas: (83)

Los síntomas pueden incluir:

- Sensibilidad por debajo de la rodilla.
- Hinchazón alrededor de la rodilla.
- Cojera, especialmente después de realizar actividades.

Los síntomas empeoran al realizar alguna actividad física como correr o saltar, sensibilidad debajo de la rodilla que empeora al aplicar presión, inflamación de la protuberancia en la parte anterior de la pierna justo debajo de la rótula (tuberosidad tibial anterior).

Usted o el niño podrá notar un crecimiento del hueso en la parte superior de la pantorrilla.

El dolor a veces aparece y desaparece, y en general ya no se produce cuando el niño ha dejado de crecer.

Las características del dolor son importantes como el constante más relacionado con tumores o infecciones o el producido por las movilizaciones, más relacionado con las causas inflamatorias. Puede suceder que el dolor de una extremidad inferior o una cojera sean los síntomas de una enfermedad general como una leucemia, una afectación renal crónica, un hiperparatiroidismo, etc.

En esta enfermedad también se presentan:

- Tumoración dolorosa localizada en la tuberosidad anterior de la tibia sin signos inflamatorios.
- A la palpación el paciente presenta dolor
- Al bajar las escaleras o pendientes o al saltar se produce dolor o malestar.
- La extensión de la rodilla ocasiona dolor.
- La flexión máxima también puede ser dolorosa.

2. EXAMINACIÓN FÍSICA

En la examinación física los pacientes presentan un abultamiento en la tuberosidad tibial que determina un cierto grado de disimetría y desarmonía entre la rodilla afectada y la sana, sobre todo en los casos muy avanzados de la enfermedad (ANEXO 19). (18)

A la palpación el paciente presenta dolor, los paciente no presentan derrame articular y los arcos de movilidad están respetados. Ocasionalmente presentan dolor en el sitio de la inserción del tendón rotuliano sobre la tuberosidad tibial al extender la rodilla.

Puede existir disminución de la fuerza muscular del cuádriceps, se aprecia sensibilidad local, limitación de la flexo-extensión extrema consecuencia del dolor, con la rodilla flexionada el dolor disminuye o desaparece, la extensión contra resistencia aumenta el dolor. (84)

3. ESTUDIOS DE IMÁGENES

Las radiografías simples se ordenan para la evaluación de la tuberosidad tibial. La radiografía lateral es muy útil para la para evaluar el mecanismo extensor.

La ecografía y la resonancia magnética son otras modalidades de imagen utilizadas para el diagnóstico de la enfermedad de osgood-schlatter. Pueden mostrar el tendón rotuliano engrosado mejor que la radiografía simple. (1)

3.1. Rayos x

En el estudio radiográfico, principalmente en incidencia de perfil de la rodilla, confirma la sospecha clínica y evidencia la fragmentación del núcleo de crecimiento del tubérculo tibial. El número de fragmentos es muy variable, dependiendo de la fase de evaluación de la enfermedad y pueden ser observados como si estuvieran subiendo sobre el tendón patelar. Se puede observar, también, abombamiento de partes blandas en las radiografías menos penetrantes. (85) Las radiografías en la etapa aguda revelaran los tejidos blandos dilatados, particularmente la sombra del tendón patelar, que puede contener un área irregular de calcificación o hueso, bien circunscrita.

Wolfer y Chandler, observaron tres distintos tipos de manifestaciones radiográficas en las etapas tardías de la enfermedad. En el tipo I, la tuberosidad tibial es prominente; en el tipo II, además hay una pequeña partícula libre de hueso; en el tipo III hay una partícula libre de hueso anterior y superior a la tuberosidad tibial, pero la tuberosidad parece normal.(86)

3.2. Resonancia magnética

En diferentes estudios con la resonancia magnética se identificaron y describieron 5 etapas de la EOS, cada una con sus distintas características y alteraciones patológicas.

- **Etapa normal:** La resonancia magnética es normal, pero los síntomas están presentes.
- **Etapa temprana:** La resonancia magnética no muestra avulsión en el centro de osificación secundaria de la tuberosidad tibial, pero está presente inflamación alrededor del centro de osificación secundaria. Los síntomas inicialmente no son graves, pero progresan rápidamente si no se lleva a cabo ningún tratamiento
- **Etapa progresiva:** Presencia de avulsión cartilaginosa parcial del centro de osificación secundaria. Los pacientes se quejan de dolor, con hinchazón evidente del tendón rotuliano en la inserción. Posible engrosamiento del tendón rotuliano.
- **Etapa terminal** - Existencia de osículos separados. Los síntomas se presentan durante un período de tiempo (alrededor de varios meses), dolor a la palpación, hinchazón y dolor en la tuberosidad de la tibia, con posible engrosamiento del tendón rotuliano en el sitio de inserción. Dolor desencadenado al detenerse y girar el movimiento. La tendinitis rotuliana es una posible complicación patológica secundaria debida a rotura parcial del centro de osificación secundaria.

- **Etapa de curación:** Curación ósea del tubérculo tibial sin osículos separados. La prominencia visible de la tuberosidad tibial, el tendón rotuliano aún podría espesarse en la inserción, pero no siempre (ANEXO 20) (5).

3.3. Ecografía

La ecografía también es efectivo para demostrar la fragmentación del tubérculo, edema en la inserción del tendón patelar y engrosamiento edematoso del punto de inserción del tendón patelar.

4. DIAGNÓSTICO DIFERENCIAL (87)

Las diferencias importantes se discuten con los hallazgos pertinentes.

➤ Síndrome de Sinding-Larsen-Johansson

El síndrome de Sinding-Larsen-Johansson es una apofisitis por tracción del polo patelar inferior. La patología es análoga a EOS a excepción de la participación del polo inferior de la rótula. Los niños presentan entre 10 y 12 años con quejas de dolor de rodilla localizado en la rótula inferior. Se observa una ligera separación y elongación o calcificación radiográficamente en el polo patelar inferior en la vista lateral de la rodilla.

➤ Síndrome de Hoffa

La almohadilla de grasa infrapatelar es un tejido rico en inervación. Cualquier lesión en la almohadilla de grasa puede causar dolor. Los pacientes presentan quejas de dolor anterior en la rodilla y se observa sensibilidad máxima en la línea de la articulación anterior lateral al tendón rotuliano. Las radiografías simples son generalmente normales. Las imágenes por resonancia magnética revelan característicamente una señal baja en todas las secuencias dentro de la almohadilla de grasa debido a fibrina, hemosiderina y/o calcificación.

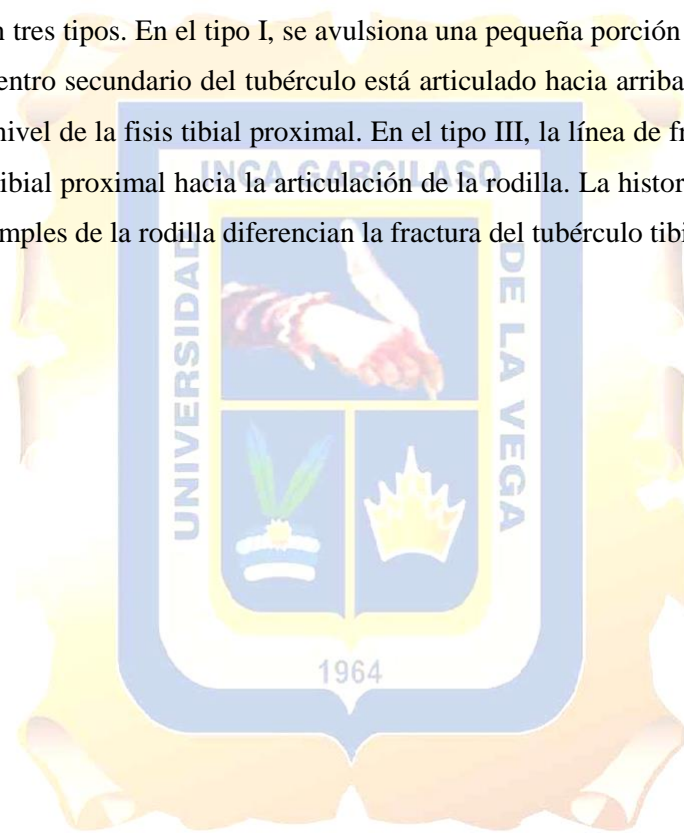
➤ Lesión pélvica sinovial

Las plicas sinoviales son pliegues sinoviales normales dentro de la articulación de la rodilla. Son restos del desarrollo embriológico de la rodilla. La plica mediopatelar o infrapatelar conecta el polo inferior de la rótula con la muesca intercondilar. El trauma y el movimiento repetitivo causan engrosamiento, fibrosis y hemorragia en esta plica, dando lugar al dolor anterior de la rodilla. Se

puede diagnosticar mediante MRI, que muestra una intensidad de señal T2 curvilínea alta dentro de la almohadilla de grasa de Hoffa en la línea de plica infrapatelar.

➤ Fractura de tubérculo tibial

La fractura del tubérculo tibial generalmente ocurre en niños entre las edades de 12 y 17 años. El mecanismo de la lesión es la contracción violenta del cuádriceps o la flexión forzada de la rodilla cuando el cuádriceps está contraído. Pacientes presente con dolor, hinchazón local, derrame de rodilla e incapacidad para extender activamente la rodilla. Las radiografías laterales de la tibia en 10° de rotación interna revelan mejor la fractura. Watson-Jones clasificó las fracturas del tubérculo tibial en tres tipos. En el tipo I, se avulsiona una pequeña porción distal del tubérculo. En el tipo II, el centro secundario del tubérculo está articulado hacia arriba con el vértice de la angulación en el nivel de la fisis tibial proximal. En el tipo III, la línea de fractura se extiende a través de la fisis tibial proximal hacia la articulación de la rodilla. La historia de presentación y las radiografías simples de la rodilla diferencian la fractura del tubérculo tibial del EOS.



CAPÍTULO V: TRATAMIENTO MÉDICO

1. TRATAMIENTO CONSERVADOR (88)

1.1 Inmovilización

El tratamiento depende de la severidad de la condición. Muchos pacientes adolescentes con grado 1 y 2 de síntomas (dolor que no dura más que 24 horas después de la actividad) necesitan estar seguros de que la condición generalmente es altolimitante y que el tubérculo ampliado no es tumor. Los pacientes pueden practicar deportes tanto como el dolor sea tolerable y que cese en 24 horas. Cuando los síntomas persisten, un descanso a corto plazo de la actividad que causó la agresión lleva a la eliminación del dolor. El total descanso no es recomendado porque puede llevar a un descondicionamiento físico y aumentar la posibilidad de reincidencia cuando regrese a los deportes.

A menudo los síntomas se controlan con el uso de hielo después de la práctica deportiva, junto con el uso ocasional de aspirina, y el uso de un amortiguador en la rodilla. La reducción de las actividades para permitir la consolidación de fracturas microscópicas y la principal medida en el tratamiento de pacientes con síntomas graves.

Un amortiguador de impacto utilizado durante las actividades deportivas disminuye el estrés sobre el tendón patelar y tubérculo. Hielo sobre la rodilla durante 20 minutos después de las actividades también puede ser beneficioso. El estiramiento de los cuádriceps y el ísquiotibial es recomendado por muchos autores. Los antiinflamatorios deben ser administrados según la necesidad después de actividades deportivas, pero no se recomienda como uso rutinario y pretratamiento. No se recomienda la inyección de corticoides.

El tipo de tratamiento depende de la severidad de la enfermedad. En la mayoría de los casos, los síntomas cesan con restricción de actividades deportivas excesivas, así como deportes como la carrera, el salto y las largas caminatas. Estas actividades deben limitarse por un período de 4-6 meses. En los casos moderados o severos, el tratamiento consiste en la inmovilización de la rodilla con yeso por un período de 4-6 semanas, junto con disminución de ejercicios o de deportes durante 3 a 6 meses. Cuando hay inflamación del tendón patelar la inyección de 10 ml de 1% de procaína y 3 a 4 ml de hidrocortisona o medicación similar tal como prednisona inyectados en el tendón y cerca de la apófisis donde los tejidos blandos son sensibles lleva a la mitigación de los síntomas ya en la primera aplicación. La duración de la inmovilización puede reducirse a 3 semanas cuando la hidrocortisona se inyecta localmente.

Cuando los síntomas son suficientemente graves como para interferir en la actividad del paciente, se recomienda inmovilización con yeso por 6-8 semanas. Después de la eliminación del yeso, la actividad se limita a la marcha durante otras 2-3 semanas para que luego se retorne la actividad completa. La mayoría de los pacientes pueden regresar a la actividad completa sin mayores dificultades. La inmovilización junto con el alejamiento de las actividades por seis semanas, analgésicos y fisioterapia son el mejor tratamiento para la patología.

El tratamiento conservador es eficaz en la mayoría de los casos. Se trata de mantener la rodilla en extensión completa, preferiblemente un yeso cilíndrico, por varios meses. Esto quita la tracción del cuádriceps y permite la revascularización reosificación del tubérculo.

La aplicación de hielo puede ayudar a disminuir el dolor y el edema al principio. El niño no debe regresar a las actividades deportivas hasta que la fase aguda del proceso haya terminado. Esto puede tardar meses. El niño puede tener exacerbaciones hasta la edad de 18 años, cuando la mayor parte del crecimiento esquelético está completo. Para los casos graves, la inmovilización de la rodilla en extensión puede ser necesaria para reducir la presión a través del tendón de la patela y permitir la cicatrización. El adolescente atleta probablemente quedará infeliz con este tipo de acontecimientos, pero es importante proteger la articulación durante el proceso de curación, para evitar el desarrollo posterior de la artritis degenerativa.

El tratamiento conservador es indicado primariamente, generalmente indica inmovilización con un yeso por un período de seis semanas, alejamiento de actividades deportivas, analgésicos y fisioterapia. También se recomienda el uso de contenedores patelares, con el objetivo de absorber el estrés mecánico, es relatado como útil en la mejora de la sintomatología (89)(90)(86)

La mayoría de las lesiones responden bien al tratamiento conservador cuando se diagnostica al inicio y cuando no existen osteófitos en el lugar.

En un estudio de 170 pacientes con la patología de OsgoodSchlatter, algunos fueron tratados con la inmovilización y los síntomas cesaron en un promedio de 14 meses, y aquellos que no fueron tratados con la inmovilización la media fue de 27.meses. El grupo que no usó inmovilización se observó una deformidad considerable de la tuberosidad tibial o fragmentos desprendidos en 1/3 de los pacientes.

1.2 Farmacológico (83)

Se puede utilizar uno de los siguientes medicamentos para ayudarte a reducir la inflamación y el dolor:

- Ibuprofeno (motrin, advil).
- Naproxeno (aleve, naprosyn).
- Acetaminofeno (tylenol).
- Aspirina (nota: las aspirinas no son recomendadas para niños y adolescentes con una infección viral actual o reciente, consulte a su médico antes de proporcionarle aspirina a un niño adolescente).

2. TRATAMIENTO QUIRÚRGICO (87)

Antes de la cirugía los pacientes se preguntan sobre el dolor, la prominencia y la restricción de las actividades o cualquier otro cambio de estos síntomas después de la cirugía.

Si el dolor se prolonga y la incapacidad persistente, se indica la intervención quirúrgica. Se perforan orificios a través del tubérculo en el hueso principal formado, formando canales a través de los cuales pueda ocurrir revascularización rápida. El dolor y la incapacidad se alivian permanentemente dentro de pocas semanas. Se quitan astillas óseas de un área adyacente en la tibia que se pueden insertar en el orificio proporcionando un injerto óseo de inmovilización. Si el tubérculo forma una prominencia mayor de lo normal que es estéticamente desfigurante, ésta puede ser una fuente de dolor por compresión en el futuro, y los fragmentos que hacen protusión deben ser removidos a través de una incisión transversa. La inserción del tendón patelar se extiende mucho más allá de este punto, tanto distal como lateral, y no se ve afectado. El tratamiento quirúrgico antes de la madurez esquelética no es recomendado, pues esto puede inducir el cierre prematuro de la placa epifisaria.

Las medidas quirúrgicas son raras, y casi nunca, indicadas. La excisión del tubérculo prominente se recomienda en adolescentes que tienen episodios reincidentes de dolor e inhabilidad y, también en aquellos en que el tratamiento conservador no sea satisfactorio. La excisión del tubérculo es más efectiva para la remoción de la deformidad y para acabar con incomodidad e inhabilidad en los cortos períodos de convalecencia con pocos riesgos. Los procedimientos que promueven la fusión precoz de la apófisis de la tuberosidad con la diáfisis, así como la fijación del tubérculo a la metáfisis tibial con injerto óseo de la tuberosidad no se recomiendan porque pueden aliviar los síntomas más el tubérculo prominente y la deformidad persisten.

Se recomienda tratamiento quirúrgico para aquellos pacientes con síntomas reincidentes después de un tratamiento conservador. En general, el tratamiento quirúrgico no ocurre, pues, la inmovilización se ha obtenido resultados satisfactorios.

Cuando existe un osteófito palpable, y doloroso formado, generalmente no ocurre una respuesta adecuada al tratamiento conservador. Entonces no es aconsejable someter al paciente a un tratamiento prolongado donde no habrá resultados satisfactorios en este caso, se indica una intervención quirúrgica precozmente.

En una incisión de cinco centímetros verticalmente, hecha infrapatelar medialmente, el tendón patelar y la tuberosidad tibial son expuestos. Las expansiones intermedias y laterales del tendón se liberan, la inserción distal es preservada, y el tendón es entonces elevado de la tuberosidad. La rodilla está en posición de flexión de 90 para un mejor acceso para la escisión quirúrgica.



CAPITULO VI: TERAPIA FÍSICA EN LA ENFERMEDAD DE OSGOOD-SCHLATTER

1. DIAGNÓSTICO FISIOTERAPÉUTICO

Según el estudio de Atsushi Hirano et al. (2002) se aconseja que un especialista, médico deportivo o fisioterapeuta, realice el diagnóstico mediante un examen físico y una resonancia magnética o rayos X. (5)

2. EVALUACIÓN

2.1. Evaluación subjetiva (91)

El abordaje primario para el examen subjetivo debe incluir la posible determinación de los trastornos no mecánicos de la rodilla y el aislamiento del tipo de trastorno mecánico, si está presente. Con los trastornos de la rodilla, identificar el mecanismo de la lesión o la aparición del dolor puede ayudar a determinar si el trastorno de la presentación puede haber implicado posible desgarro o ruptura de las estructuras o, si el inicio del dolor es más insidioso, puede haber una afección más degenerativa o siniestra. Además, el examen subjetivo servirá para identificar movimientos potenciales o actividades que están relacionadas con los signos concordantes. Por ejemplo, se puede sospechar que un paciente tiene la enfermedad de osgood-schlatter si presenta los siguientes características: edad entre 10 y 15 años, presentan dolor en la parte anterior de la tibia también pueden presentar edema y enrojecimiento, a la palpación presentan dolor y sensibilidad, al realizar actividad física el dolor se puede incrementar y al subir escaleras puede sentir dolor o malestar. Manske and Davies señalaron las variables subjetivas de dolor en la región de la articulación femorrotuliana al ascender o descender las escaleras puede ser indicativo del síndrome de dolor patelofemoral.

Las escalas funcionales están diseñadas para medir los resultados de una intervención. La escala de la función de la extremidad inferior (LEFS)(ANEXO 21) es una escala específica de la región inferior que no se limita al uso para una sola patología. LEFS es un mecanismo de autoinforme, diseñado principalmente como una medida basada en el rendimiento. LEFS es confiable (ICC 0.95), demuestra la validez de constructo y es más sensible al cambio que el SF-36. La LEFS es una escala funcional que puede medir múltiples articulaciones y se usa en conjunción con medidas de dolor y esfuerzo físico.

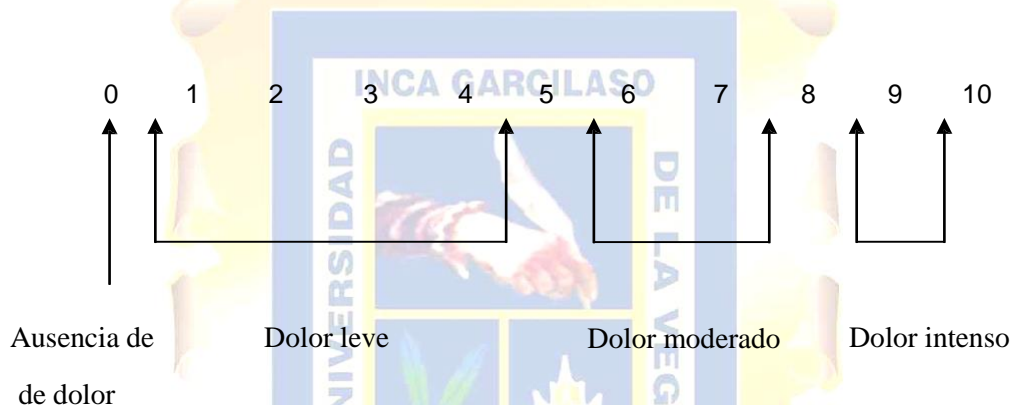
2.1.1. Características del dolor (92)

2.1.1.1. Escalas de dolor

➤ Escala numérica

Es la escala más simple y usada para valorar el dolor. Es una escala del 0 al 10, en el que cero es ausencia del dolor y el 10 el peor dolor imaginable, el paciente elige el número para describir su dolor.

Las ventajas de esta escala son su simplicidad, y el hecho de que puede ser fácilmente entendida por el paciente, el cual puede identificar pequeños cambios en el dolor.



➤ Escala analógica visual

Es muy similar a la anterior, excepto que el paciente marca sobre una línea de 10 cm su dolor, un extremo representa la ausencia de dolor y el extremo opuesto el peor dolor imaginable.

También se le pedirá al paciente que describa:

- La forma de aparición del dolor
- Localización del dolor (parte anterior de la tibia)
- Factores que lo alivian y empeoran.

2.2. EXAMEN OBJETIVO (91)

2.2.1. Observación

La observación de los parámetros de la marcha y la alineación estática de las extremidades inferiores a menudo son componentes clave para el examen clínico de la rodilla. La literatura

actual con respecto a la alineación estática se centra en la alineación en el pie y el tobillo. Selfe (93) revisó el efecto de la corrección de las asimetrías del pie y el tobillo y descubrió que los pacientes experimentaron una reducción promedio del 67% en el dolor patelofemoral de la rodilla después de la dispensación de plantillas ortopédicas para el pie.

Gross et al (94) revisó el efecto de las ortesis de pie en la articulación femorrotuliana y sus hallazgos indican que una cantidad significativa de pacientes informa una mejoría en su dolor; sin embargo, hay evidencia menos clara de cómo la corrección de la simetría del pie y el tobillo afecta la articulación patelofemoral. Livingston et al. (95) encontraron que la magnitud de las asimetrías de los pies de derecha a izquierda no fue diferente entre los grupos de dolor patelofemoral sintomático y asintomático.

El análisis observacional de las desviaciones de la marcha es otro componente de la evaluación del paciente con dolor de rodilla. En ausencia de desviaciones obvias que ocurren durante un trauma e hinchazón significativos, las desviaciones menores de la marcha a menudo son concurrentes con el dolor de rodilla.

2.2.2. Movilización

2.2.2.1. Movimientos fisiológicos activos

Los movimientos activos durante un examen clínico se utilizan para identificar impedimentos físicos que son relevantes para los signos concordantes. Al determinar el comportamiento de los signos concordantes para los movimientos activos seleccionados, el médico puede identificar efectivamente el potencial fisiológico activo enfoques de tratamiento.

2.2.2.1.1. Rango de movimiento activo basado en plano

La evaluación del rango de movimiento activo de la rodilla se puede evaluar de diferentes maneras que ayudarán no solo a determinar el rango objetivo de movimiento de la rodilla, sino también la relatividad de la alteración a los signos concordantes. Movimientos de rango de movimiento activos que no soportan peso (ROMA) se puede realizar sentado (ANEXO 22) o posición supina. Estas posiciones influirán en el estrés de los tejidos que rodean la rodilla de diferentes maneras.

2.2.2.1.2. Prueba funcional de rango de movimiento activo

AROM realiza en una posición de soporte de peso, mientras que es menos conveniente para lograr mediciones objetivas de ROM, permite una replicación más cercana de las posiciones funcionales

y movimientos que son relevantes para los signos concordantes. Por ejemplo, los movimientos que reproducen el dolor en la rodilla a menudo incluyen subir y bajar escaleras y ponerse en cuclillas.

Solo la prueba de reducción se usa para medir el control funcional de la rodilla durante movimientos excéntricos y concéntricos de la rodilla. La prueba única de reducción es útil para los pacientes que carecen del rango de movimiento para formar la prueba de sentadilla funcional.

Las pruebas de salto a menudo se usan con pacientes que son reconstrucciones posteriores a la LCA como medio para determinar la tolerancia a la actividad funcional y predecir la estabilidad dinámica de la rodilla y la posible lesión futura. Las pruebas Hop parecen tener potencial para predecir la estabilidad dinámica de la rodilla, pero actualmente la literatura sugiere que se cuestiona la capacidad predictiva de estas pruebas.

2.2.2.2. Movimientos pasivos

2.2.2.2.1. Movimientos fisiológicos pasivos

Los movimientos fisiológicos pasivos de la rodilla son similares a los movimientos fisiológicos activos y se utilizan para confirmar la relación con los signos concordantes. Además, los movimientos fisiológicos pasivos de la rodilla permiten un examen más completo de los movimientos de los componentes (rotación tibial) que son difíciles de replicar activamente y se producen durante el movimiento funcional. Se ha encontrado que el "end feels" en el movimiento anormal están asociados con el signo concordante de un paciente. El clínico debe tratar de correlacionar cualquier detección de movimiento anormal con los signos concordantes.

➤ Flexión fisiológica pasiva de la rodilla

- Primer paso: El paciente se debe colocar en decúbito supino.
- Paso dos: el examinador coloca su mano en la pierna del paciente justo en posición proximal a la rodilla y a la mitad de la tibia con la otra. El examinador puede apoyar su pecho sobre la pierna mientras realiza el movimiento. Además, el examinador debe de mantener la cadera en una posición neutra (esto se puede modificar según sea necesario para correlacionar con los signos concordantes).
- Paso tres: el examinador mueve suavemente la rodilla hacia el plano de flexión, deteniéndose en el primer punto de dolor.

- Paso cuatro: el examinador evaluará la simetría del movimiento y evaluará la reproducción de signos concordantes mientras mueve la rodilla más allá del primer punto de dolor, progresando hasta el rango final según lo permita la queja de dolor del paciente.
- Paso cinco: los movimientos repetidos o las detenciones sostenidas en flexión de la rodilla se realizan hasta el punto del rango de flexión que el dolor permite evaluar la respuesta de los movimientos repetidos sobre el dolor del paciente (síntomas similares).
- Paso seis: Según sea necesario, el examinador puede aplicar la fuerza (sobrepresión) al final del rango para evaluar la respuesta al dolor. (ANEXO 23)

➤ Flexión de la rodilla con abducción y aducción

Los movimientos pasivos combinados se utilizan para examinar otros rangos fisiológicos para encontrar signos concordantes y mejorar la sensibilidad del examen.

- Primer paso: el examinador sigue los pasos anteriores y flexiona la rodilla a 10-20 grados por debajo del rango disponible.
- Paso dos: el examinador sostiene firmemente el fémur distal con una mano mientras sostiene el fémur lateral contra su pecho. Este manejo ayudará a asegurar que el examinador no reduzca la rotación femoral durante esta fase del examen. La otra mano del examinador la colocará en la tibia distal.
- Paso tres: el examinador flexiona la rodilla, dirige el talón hacia la dirección del trocánter mayor de la cadera (produciendo el movimiento de abducción de la tibia). El movimiento se da hasta que el dolor se reproduzca y hasta que el paciente pueda tolerar el dolor. Si no se reproduce el signo concordante, este movimiento puede repetirse con la tibia sujeta en varios grados de rotación interna de la tibia. (ANEXO 24)
- Paso cuatro: es necesario que el examinador pueda aplicar la fuerza (sobrepresión) al final del rango para evaluar la respuesta del dolor.
- Paso cinco: el examinador flexiona la rodilla, dirige el talón hacia la dirección de la ingle (produciendo un movimiento de aducción de la tibia). El movimiento ocurrirá hasta que el dolor se reproduzca, luego pasará suavemente este punto según la tolerancia del paciente. Si el signo es concordante no se reproduce, este movimiento puede repetirse con la tibia sujeta en varios grados de rotación externa de la tibia.
- Paso seis: es necesario que el examinador pueda aplicar la fuerza (sobrepresión) al final del rango para evaluar la respuesta al dolor. (ANEXO 24)

➤ Extensión fisiológica pasiva

El rango de movimiento de la extensión es más pequeño que la flexión, por lo que los procedimientos de manejo son muy diferentes.

- Primer paso: el paciente en posición supina.
- Paso dos: el examinador coge el tobillo lateral con una mano, mientras que la otra mano se coloca en el tubérculo tibial.
- Paso tres: usando la flexión lateral del tronco y una fuerza simultánea en las áreas de contacto señaladas anteriormente con las manos, el examinador produce un movimiento de extensión de la rodilla, deteniéndose en el primer punto de dolor.
- Paso cuatro: el examinador evaluará la reproducción de signos concordantes mientras mueve la rodilla más allá del primer punto de dolor, avanzando hacia el final del rango según la tolerancia del paciente.
- Paso cinco: los movimientos repetidos en la extensión de la rodilla se realizan hasta el rango de extensión que el dolor permite evaluar la respuesta de los movimientos repetidos sobre el dolor del paciente.
- Paso seis: es necesario que el examinador pueda aplicar la fuerza (sobrepresión) al final del rango para evaluar la respuesta del dolor. (ANEXO 25)

➤ Extensión de la rodilla con aducción y abducción

Como se dijo anteriormente, los movimientos combinados se utilizan para examinar otros rangos fisiológicos para encontrar signos concordantes y mejorar la sensibilidad del examen. El siguiente ejemplo es para movimientos combinados de extensión de rodilla.

- Primer paso: el examinador sigue los procedimientos anteriores y extiende la rodilla a 10-50 grados menos del final del rango de movimiento.
- Paso dos: el examinador cogerá el tobillo lateral como se indicó anteriormente, pero se moverá el tubérculo tibial hacia lateral. (ANEXO 26)
- Paso tres: a medida que el examinador extiende la rodilla, usando la flexión lateral del tronco y una fuerza simultánea en estas áreas de contacto con las manos, el examinador produce un movimiento de abducción de extensión de la rodilla (movimiento de abducción de la tibia). El movimiento ocurrirá hasta que el dolor se reproduzca y hasta que el paciente lo tolere.
- Paso cuatro: según sea necesario, el examinador puede aplicar la fuerza (sobrepresión) al final del rango para evaluar la respuesta del dolor.
- Paso cinco: el examinador coge el tobillo lateral como se indicó anteriormente, pero se moverá el tubérculo tibial hacia el lado medial.

- Paso seis: a medida que el examinador extiende la rodilla, usando la flexión lateral del tronco y una fuerza simultánea en estas áreas de contacto con las manos, el examinador produce un movimiento de extensión de aducción de la rodilla (movimiento de aducción de la tibia). El movimiento ocurrirá hasta que el dolor se reproduzca y hasta que el paciente lo tolere.
- Paso siete: según sea necesario el examinador puede aplicar la fuerza (sobrepresión) al final del rango para evaluar la respuesta del dolor. (ANEXO 26)

➤ Rotación interna y externa de la tibia

Aproximadamente 20 grados de rotación ocurren en la articulación femoral tibial. Son comunes y pueden requerir intervención fisiológica.

- Primer paso: el paciente en decúbito supino. El examinador acuna la tibia en su antebrazo y coje el pie distalmente en el talón.
- Paso dos: el tobillo del paciente se dorsiflexiona pasivamente para crear una palanca estable durante la rotación. La rodilla está flexionada a aproximadamente 90 grados.
- Paso tres: el examinador aplica una rotación interna pasiva al primer punto de dolor. Se aplican movimientos repetidos o detenciones sostenidas para determinar si los movimientos reducen el dolor. La actividad se repite hacia el rango final. (ANEXO 27)
- Paso cuatro: el examinador aplica una rotación externa pasiva al primer punto de dolor. Se aplican movimientos o detenciones sostenidas para determinar si los movimientos reducen el dolor. La actividad se repite hacia el rango final. (ANEXO 27)

2.2.3. Test goniométrico (96)

La goniometría es una técnica de medición de los ángulos creados por la intersección de los ejes longitudinales de los huesos a nivel de las articulaciones.

La goniometría en medicina tiene dos objetivos principales:

1. Evaluar la posición de una articulación en el espacio. En este caso, se trata de un procedimiento estático que se utiliza para objetivizar y cuantificar la ausencia de movilidad de una articulación.
2. Evaluar el arco de movimientos de una articulación en cada de los tres planos del espacio. En este caso, se trata de un procedimiento dinámico que se utiliza para objetivizar y cuantificar la movilidad de una articulación.

En ortopedia y traumatología y en reumatología, la goniometría se aplica para describir la presencia de desejes a nivel del sistema osteoarticular con fines diagnósticos, pronósticos, terapéuticos y de investigación.

2.2.3.1 .Goniometría de la rodilla

➤ Flexión

- Posición: paciente en decúbito dorsal con el miembro inferior en posición 0 (ANEXO 28).
- Alineación del goniómetro:
Goniómetro universal en 0°.
- Eje: colocado sobre el cóndilo femoral externo.
- Brazo fijo: se alinea con la línea media longitudinal del muslo tomando como reparo óseo el trocánter mayor.
- Brazo móvil: se alinea con la línea media longitudinal de la pierna tomando como reparo óseo el maléolo externo.
- Movimiento: se produce a efectuar la flexión de la rodilla con la cadera en flexión máxima para relajar el cuádriceps. El brazo móvil del goniómetro acompaña el movimiento.
- Registro: se registra el ángulo formado entre la posición 0 y la posición final de flexión.
- Valores normales: flexión: 0-150° (AO) y 0-135° (AAOS). (ANEXO 28)

➤ Extensión

- Posición: paciente en decúbito ventral con el miembro inferior en posición 0 y el fémur estabilizado con una almohada colocada debajo de este. (ANEXO 29).
- Alineamiento del goniómetro:
Goniómetro universal en 0°
- Eje: colocado sobre el cóndilo femoral externo.
- Brazo fijo: se alinea con la línea media longitudinal del muslo tomando como reparo óseo del trocánter mayor.
- Brazo móvil: se alinea con la línea medial longitudinal de la pierna tomando como reparo óseo el maléolo externo.
- Movimiento: no es posible la extensión activa de la rodilla, ya que su valor normal es 0; por eso, se evalúa la extensión pasiva. El brazo móvil del goniómetro acompaña el movimiento pasivo.
- Registro: se registra el ángulo formado entre la posición 0 y la posición final de extensión pasiva.
- Valores normales: extensión activa: 0° (AO) Y 0° (AAOS) – extensión activa: 0-10° (AO) Y 0-10° (AAOS). (ANEXO 29)

2.2.4. Valoración de la fuerza muscular (97)

➤ Músculo cuádriceps

- **Grado 0 y 1**

Paciente en decúbito supino:

El miembro a examinar estará estirado, con la rótula en el cenit.

Miembro contralateral flexionado y apoyado sobre la mesa.

Sujetar la rótula descendida y pedir al sujeto que la eleve. Este movimiento puede obtenerse pidiendo al paciente la flexión dorsal del pie.

El tendón cuadriceps se palpa por encima de la rótula.

La contracción del tensor de la fascia lata puede aparentar la presencia del cuádriceps.

Hay posibilidad de palpar los vastos en las caras laterales del muslo.

NOTA: En algunos individuos, el tendón del recto anterior se detecta entre los tendones de origen del sartorio y del tensor de la fascia lata.

Grado 0: No se detecta contracción.

Grado 1: Contracción detectable. Escasa movilidad de la rótula, sin ocasionar movimiento de rodilla.

- **Grado 2**

Paciente en decúbito lateral.

El miembro a examinar se colocará sobre la mesa, con la cadera en extensión y la rodilla en flexión.

El examinador sostendrá el miembro contralateral.

Sujetar el tercio inferior de la cara anterior del muslo.

Pedirá al sujeto la extensión de la pierna sobre el muslo, evitando toda componente de rotación.

La amplitud del movimiento debe ser completa.

- **Grado 3**

La rodilla se colocará en el borde de la mesa, con la pierna colgando y un cojín bajo el hueco poplíteo.

El miembro contralateral estará flexionado y apoyado sobre la mesa.

Sujetar el tercio inferior de la cara anterior del muslo, sin aplastar las masas musculares.

Pedir al sujeto la extensión de la pierna sobre el muslo, evitando toda componente de rotación.

La amplitud del movimiento debe ser completa.

- **Grado 4 y 5**

Posición idéntica.

Sujeción similar.

Pedir el mismo movimiento, evitando las compensaciones que se han citado.

Colocar la oposición en el tercio inferior de la pierna; aplicando una resistencia contraria al movimiento.

Grado4: fuerza inferior a la normal.

Grado 5: fuerza normal.

3. TRATAMIENTO FISIOTERAPÉUTICO

Después de todos los datos obtenidos se propone el siguiente protocolo de tratamiento.

El tratamiento de la enfermedad de Osgood-Schlatter se basa en 4 fases que son:

FASE 1	FASE 2	FASE 3	FASE 4
<p>Esta fase se realizará, solo, si el dolor persiste después del tratamiento conservador.</p> <p>➤ Objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aliviar el dolor. <p>➤ Estrategias:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aplicación de agentes: - Crioterapia. - Termoterapia. - Laser. - Electroterapia. 	<p>➤ Objetivos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Estirar el músculo cuádriceps. - Mejorar el rango de movimiento. <p>➤ Estrategias:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Streching. 	<p>➤ Objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fortalecer musculatura. - Aumentar el rango articular. <p>➤ Estrategias:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ejercicios isotónicos. - Ejercicios isométricos. - Ejercicios propioceptivos. 	<p>➤ Objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Entrenamiento en fuerza y resistencia de la musculatura. <p>➤ Estrategias:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Entrenamiento con máquinas.

3.1. Aplicación de agentes físicos

Esta es la primera parte del tratamiento para el periodo agudo de la enfermedad, cuando la tuberosidad tibial se encuentra inflamada presenta dolor, edema, rubor, calor y dificultad para el movimiento; la terapia se recomienda para disminuir la sintomatología mencionada, con los siguientes agentes físicos que son (83):

- Crioterapia
 - Bolsas de hielo

La bolsa se coloca sobre la zona a tratar, se debe dejar durante 10 a 20 minutos para controlar el dolor, la inflamación o el edema. (98)

- Criocinética

Consiste en la aplicación de frío sobre el tendón a tratar, mientras se realizan movilizaciones activas o pasivas de la rodilla. En un primer momento se colocará una bolsa o cubito de hielo sobre el tendón patelar, mientras se moviliza pasivamente la rótula: a la vez que se realizan

rotaciones tibiales, buscando provocar oblicuidades y torsiones del tendón con objeto de favorecer la reorganización de las fibras de colágeno y la disminución de la inflamación. En una segunda fase, se pueden realizar ejercicios de flexo-extensión pasivos, mientras se masajea con una bolsa de hielo la zona. Por último el paciente puede terminar la sesión de crioterapia con ejercicios activos. (49)

- Masaje con hielo

Para relajar la tensión ejercida por el músculo cuádriceps, se colocará al paciente en decúbito lateral sobre el miembro contralateral. En esta posición se realizará un estiramiento del cuádriceps de forma relajada y sostenida, buscando una sensación dolorosa en el tendón. En este punto se efectuará un masaje, con un vaso de plástico con agua congelada, sobre los vientres musculares, de distal a proximal, incidiendo sobre el todo en el vasto externo, por su mayor capacidad para traccionar la rótula. La misma técnica se puede realizar con el paciente en decúbito supino, con la pierna fuera de la camilla y fijando una cincha la flexión de rodilla. (49)

- Termoterapia (49)

Técnicas de aplicación de calor superficial. Se utilizan para preparar el aparato extensor y la polea tendinosa para la actividad.

Terapias con calor húmedo. El agua caliente es una de las modalidades terapéuticas de mayor uso. El principal inconveniente de la termohidroterapia, reside en la dificultad para controlar los efectos terapéuticos. Ello es debido, fundamentalmente, a la rápida disipación del calor, que hace difícil mantener una temperatura tisular constante.

Compresas de calor húmedo.

Terapia con calor de penetración: se utilizan como terapia, en el tratamiento de la tendinopatía rotuliana, tres calientan por un mecanismo de conversión (calentamiento a través de otras formas de energía):

- Onda corta.
- Terapia con ultrasonidos (US): es la más utilizada en el tratamiento de la patología tendinosa. El efecto térmico de los US aumenta la distensibilidad del colágeno, modifica el flujo sanguíneo, varía la velocidad de conducción nerviosa y estimula la actividad enzimática. El efecto mecánico sobre el tendón deriva de la vibración.

Cuando el ultrasonido penetra en el cuerpo, puede ejercer un efecto sobre las células y tejidos mediante dos mecanismos físicos: térmico y mecánico.

Para Santos, el ultrasonido pulsado al 20% hasta $2 \text{ W} / \text{cm}^2$ puede ser utilizado en la epífisis de crecimiento sin ningún cambio en la misma; ya el ultrasonido continuo presentó un efecto perjudicial en la epífisis de crecimiento en su estudio. Así vemos, en esta forma de tratamiento, un auxiliar importante debido a los efectos fisiológicos proporcionados por el mismo, como disminución del proceso inflamatorio, angiogénesis, efecto cicatricial, etc. Como la tuberosidad anterior de la tibia se localiza superficialmente, los parámetros utilizados clínicamente serán siempre con dosis inferiores sin riesgos de cierre prematuro o daños en esta región. (99)(86)

➤ Laser

Al utilizarlo sobre la región tendinosa afectada, bien en forma de barrido, bien de forma puntual, produce efectos terapéuticos antiálgicos y antiinflamatorios, además de estimular la regeneración tisular.

➤ Electroterapia

Son conocidos sus efectos analgésicos, antiinflamatorios, vasculares y excitomotores. La electroterapia irá encaminada a mejorar aquellos procesos musculares que directa o indirectamente, pueden suponer un factor predisponente de lesión tendinosa (atrofia muscular, disarmonía de los vastos con aumento del ángulo "Q", desnervación muscular, etc.).

Las corrientes excitomotoras son muy utilizadas en el tratamiento de la tendinopatía rotuliana ya que mejoran y favorecen la revascularización intratendinosa, siempre y cuando se ejercite la musculatura cuadricepsital en modo isométrico con cierto grado de estiramiento para adaptar el tendón a situaciones de estrés.

La electroestimulación que más beneficia la respuesta tensil del tendón es la electroestimulación estática en estiramiento.

Con el paciente sentado al borde de la camilla, se fija la pierna con una flexión de la rodilla de 90° , con objeto de estirar el cuádriceps. El paciente deberá ejecutar una contracción isométrica del cuádriceps previa a la electroestimulación. Se puede alcanzar un mayor grado de estiramiento del músculo cuádriceps si el paciente se coloca en decúbito supino. (97)

3.2. Estiramiento (100)

Ejercicios de estiramiento antes de comenzar a realizarlos recuerde que:

1. El tejido flexible es más tolerante al estrés que se ejerce durante las actividades.

2. Cada estiramiento debe mantenerse durante 20 a 30 segundos.
3. Se debe sentir una suave sensación de estiramiento.
4. Los músculos fuertes con buena resistencia toleran mejor el estrés.
5. Realice los ejercicios según lo indique el fisioterapeuta o entrenador atlético. Progrese lentamente con cada ejercicio, aumentando gradualmente el número de repeticiones y peso utilizado bajo su guía.
6. Realice sus ejercicios en un rango de movimiento sin dolor.

➤ Técnica de estiramiento del M. Recto Anterior: (55)

- Estiramiento pasivo:

- **Posición del paciente:** decúbito prono.

- **Contacto manual:**

Punto fijo: En la cara anterior del muslo.

Punto móvil: Tercio inferior de la pierna (sobre los maléolos).

- **Maniobra:** Extensión de cadera y flexión de rodilla, se mantiene el estiramiento por 10 segundos a más. Mientras el paciente espira lentamente.

- Estiramiento activo combinado:

- **Posición del paciente:** Decúbito prono.

- **Contacto manual:**

Punto fijo: En la cara anterior del muslo.

Punto de resistencia y acompañamiento: Tercio inferior de la pierna (sobre los maléolos).

- **Maniobra:**

Fase de contracción isométrica: se solicita al paciente que inspire y realice una contracción isométrica del músculo agonista (Músculo Recto Anterior Derecho), contra una resistencia a nivel del tercio inferior de la pierna, en dirección a la extensión por 10 segundos a más.

Fase de relajación post isométrica e inervación recíproca: se solicita al paciente relajar el músculo agonista y contraer inmediatamente los músculos antagonistas (contracción isotónica del antagonista) llevando la cadera a la extensión y la rodilla a la flexión. Mientras el paciente espira lentamente el fisioterapeuta acompaña el movimiento y finaliza con un estiramiento pasivo del músculo agonista, hasta completar el movimiento.

➤ Técnica de estiramiento del M. Vasto interno:

- Estiramiento pasivo:

- **Posición del paciente:** Decúbito supino, con cadera y rodilla flexionada a 90°, acompañado de una abducción de cadera.

- **Contacto manual:**

Punto fijo: En la cara anterior de la rodilla.

Punto móvil: Tercio inferior de la pierna (sobre los maléolos)

- **Maniobra:** Flexión de la rodilla, se mantiene el estiramiento por 10 segundos a más. Mientras el paciente espira lentamente.

- Estiramiento combinado activo:

- **Posición del paciente:** Decúbito supino, con cadera y rodilla flexionada a 90°, acompañado de una abducción de cadera.

- **Contacto manual:**

Punto fijo: En la cara anterior de la rodilla.

Punto de resistencia y acompañamiento: Tercio inferior de la pierna (sobre los maléolos).

- **Maniobra:**

Fase de contracción isométrica: Se solicita al paciente que inspire y realice una contracción isométrica del músculo agonista (Músculo Vasto Interno Derecho), contra una resistencia a nivel del tercio inferior de la pierna, en dirección a la extensión por 10 a más segundos.

Fase de relajación post isométrica e inervación recíproca: Se solicita al paciente relajar el músculo agonista y contraer inmediatamente los músculos antagonistas (Contracción isotónica del antagonista) llevando la rodilla a una flexión. Mientras el paciente espira lentamente el fisioterapeuta acompaña al movimiento y finaliza con un estiramiento pasivo del músculo agonista, hasta completar el movimiento.

- Estiramiento del M. Vasto Externo:

- Estiramiento pasivo:

- **Posición del paciente:** Decúbito supino, con cadera y rodilla flexionada a 90°.

- **Contacto manual:**

Punto fijo: En la cara anterior de la rodilla.

Punto móvil: Tercio inferior de la pierna (sobre los maléolos).

- **Maniobra:** Flexión de la rodilla, se mantiene el estiramiento por 10 segundos a más. Mientras el paciente espira lentamente.

- Estiramiento activo combinado:

- **Posición del paciente:** Decúbito supino, con cadera y rodilla flexionada a 90°.

- **Contacto manual:**

Punto fijo: en la cara anterior de la rodilla.

Punto de resistencia y acompañamiento: Tercio inferior de la pierna (sobre los maléolos).

- **Maniobra:**

Fase de contracción isométrica: Se solicita al paciente que inspire y realice una contracción isométrica del músculo agonista (Músculo Vasto Externo Derecho), contra una resistencia a nivel del tercio inferior de la pierna, en dirección a la extensión por 10 segundos a más.

Fase de relajación post isométrica e inervación recíproca: Se solicita al paciente relajar el músculo agonista y contraer inmediatamente los músculos agonistas (contracción isotónica del antagonista) llevando a una flexión de la rodilla. Mientras el paciente espira lentamente el fisioterapeuta acompaña al movimiento y finaliza con un estiramiento pasivo del músculo agonista, hasta completar el movimiento.

- Estiramiento del músculo crural:

- Estiramiento pasivo:

- **Posición del paciente:** Decúbito lateral, sobre el lado afectado, pierna a tratar extendida, la otra flexionada hacia el pecho.

- **Contacto manual:**

Punto fijo: En la cara anterior del muslo.

Punto móvil: Tercio inferior de la pierna (sobre los maléolos).

- **Maniobra:** Flexión de la rodilla, se mantiene el estiramiento por 10 segundos a más. Mientras el paciente espira lentamente.

- Estiramiento activo combinado:

- **Posición del paciente:** Decúbito lateral, sobre el lado no afectado, pierna a tratar extendida, la otra flexionada hacia el pecho.

- **Contacto del manual:**

Punto fijo: En la cara anterior del muslo.

Punto de resistencia y acompañamiento: Tercio inferior de la pierna (sobre los maléolos).

- **Maniobra:**

Fase de contracción isométrica: Se solicita al paciente que inspire y realice una contracción isométrica del músculo agonista (Músculo Crural Derecho), contra una resistencia a nivel del tercio inferior de la pierna, en dirección a la extensión por 10 segundos a más.

Fase de relajación post isométrica e inervación recíproca: Se solicita al paciente relajar el músculo agonista y contraer inmediatamente los músculos antagonistas (Contracción isotónica del antagonista) llevando a una flexión de la rodilla. Mientras el paciente espira lentamente el fisioterapeuta acompaña al movimiento y finaliza con un estiramiento pasivo del músculo agonista, hasta completar el movimiento.

➤ Autoestiramiento:

Posición inicial: Paciente en bipedestación con una mano izquierda apoyada en la pared y la otra mano cogiendo el tercio inferior de la pierna (rodilla flexionada).

Maniobra: Se le pide al paciente realiza una extensión de cadera con una flexión de rodilla, 10 segundos a más. Mientras el paciente espira lentamente

3.3. Fortalecimiento muscular (83)

El fortalecimiento muscular es la segunda parte del tratamiento de la enfermedad de Osgood-Schlatter; una vez que disminuyó o cedió la fase aguda inflamatoria de la enfermedad, cuando ya no hay dolor, edema, rubor, calor y dificultad para la movilización, se podrá realizar ejercicios isométricos, propioceptivos e isotónicos de los músculos de los miembros inferiores con el fin de recuperar y mejorar el tono muscular de los mismos, especialmente el cuádriceps e isquiotibiales; cabe indicar que estos ejercicios se los realiza a manera de prevención, para que el cuadro no se vuelva a repetir e incluso evitarlo.

➤ Ejercicios isométricos

Son aquellos ejercicios de fuerza en los cuales no hay flexión de la articulación, en otras palabras ideal para después de las lesiones; permite mantener la musculatura o desarrollarla, sin poner en riesgo la articulación dañada. Para ello la articulación en cuestión debe estar completamente estirada al no haber flexión de la articulación, ni hay alargamientos ni acortamientos de los músculos implicados. No se necesita ninguna máquina, por lo que se pueden realizar tranquilamente en casa. Como es la articulación de la rodilla, se recomienda ejercicios isométricos dirigidos a fortalecer principalmente los cuádriceps que es el músculo que proporciona un mayor agarre y una mayor sujeción de la rodilla. No obstante los isquiotibiales y el vasto interno se ven reforzados por este tipo de ejercicios.

➤ Ejercicios isotónicos

El ejercicio isotónico implica la contracción de grupos musculares contra una resistencia baja a lo largo de un recorrido largo, como al correr, nadar o hacer gimnasia sueca.

El ejercicio isotónico es más beneficioso para el sistema cardiocascular: aumenta la cantidad de sangre que bombea el corazón y favorece la proliferación de pequeños vasos que transportan el oxígeno con eficacia, lo que aumenta el vigor e incrementa la resistencia.

Las contracciones que se producen durante los ejercicios isotónicos se clasifican ya sea como concéntrica o excéntrica. En una contracción muscular concéntrica la fuerza supera la resistencia, mientras que en una contracción excéntrica la resistencia es demasiado grande para ser superada por la fuerza muscular.

➤ Ejercicios propioceptivos

A continuación, se describirán una serie de ejercicios para la mejora de la estabilidad de la rodilla en base a la potenciación de los mecanismos sensorio-motores vinculados a la propiocepción. Muchos de los ejercicios propuestos, al ser de carácter global, influirán positivamente en la mejora de la estabilidad de todas las articulaciones de la extremidad inferior, a pesar de que nos centremos en la articulación de la rodilla.

En los ejercicios, se plantean algunos métodos específicos de progresión. No obstante, a nivel general, podemos dar diferentes pautas por la dificultad de los ejercicios:

Demanda una mayor tensión de la musculatura a través de la utilización de elementos como tobilleras de diferentes resistencias, mancuernas, barras con peso.

Disminuir la base de apoyo: pasar de apoyo bipodal a unipodal, apoyarnos solamente sobre una parte del pie (talón, punta, externa e interna).

Utilizar superficies de apoyo irregulares: pie sobre pelota o balón de espuma, colchonetas de diferentes grosores, tableros y platos basculantes, cojines de aire.

Restringir la información que llega a través de otros sistemas para centrarnos en los propioceptores. Por ejemplo, podemos comenzar los ejercicios delante de un espejo para ayudarnos del sistema visual, después pasamos a realizar los ejercicios sin mirar al espejo y por último, cerramos los ojos para restringir las aferencias del sistema visual.

Esta parte del tratamiento dura 40 minutos, se utiliza 12 ejercicios por sesión; hay que tener claro que debemos empezar por los ejercicios más sencillos antes de realizar los más complejos; esta fase se realiza en la tercera y cuarta semana del tratamiento.

Se realizarán los siguientes ejercicios:

1. Elevación de la pierna estirada al frente.
 - El paciente debe de colocarse en decúbito supino con la rodilla sana flexionada de forma que el pie se apoye en el piso. La pierna afectada debe estar estirada. Asegurándose de que la parte baja de su espalda tenga una curva normal. Debe poder deslizar la mano entre el piso y la parte baja de la espalda, tocando el suelo con la palma de su mano y su espalda tocando el dorso de su mano.
 - Contraiga los músculos del muslo de la pierna afectada haciendo presión con la parte posterior de la rodilla hacia el piso. Mantenga la rodilla estirada.
 - Con los músculos del muslo contraídos y la pierna estirada, levante la pierna de modo que el talón quede aproximadamente a 30 cm del piso.
 - Mantenga la posición durante 10 segundos y luego baje lentamente la pierna. Descanse máximo 10 segundos entre repeticiones.
 - Repite 10 veces y realice 3 series; se va aumentando progresivamente de acuerdo a como va evolucionando el paciente. (ANEXO 30)

2. Arcos cortos para el cuádriceps:
 - Paciente en decúbito supino con las rodillas flexionadas sobre un rodillo de espuma o sobre una toalla grande enrollada y los talones en el piso.
 - Levante la parte inferior de su pierna afectada hasta que la pierna esté estirada. Mantenga la parte posterior de su rodilla en el rodillo de espuma o en la toalla enrollada.
 - Mantenga la pierna estirada durante 6 segundos, a continuación doble lentamente la rodilla y baje el talón de nuevo al piso. Descanse durante un máximo de 10 segundos entre repeticiones.
 - Repita 10 veces y realice 3 series; se va aumentando progresivamente de acuerdo a como va evolucionando el paciente. (ANEXO 31)

3. Medias cuclillas con las rodillas y los pies en ángulo hacia el costado
 - El paciente debe pararse con los pies separados a la distancia de los hombros y con un ángulo aproximado de 45° hacia los costados.
 - Mantenga la espalda recta y contraiga los glúteos.
 - Doble lentamente las rodillas para bajar su cuerpo aproximadamente una cuarta parte del camino hacia el piso. Trate de mantener la espalda recta en todo momento y no deje que la pelvis se incline hacia adelante o que sus rodillas se extiendan más allá de la punta de los dedos de los pies.
 - Repita 10 veces y realice 3 series; se va aumentando progresivamente de acuerdo a como va evolucionando el paciente. (Anexo 32)

4. Subida al taburete

- Se coloca en el piso un taburete de un solo escalón.
- Manteniendo la espalda recta, suba al taburete con la pierna afectada. Use sólo la pierna afectada para subirse al taburete. Luego suba la otra pierna sobre el taburete.
- Vuelva a la posición inicial, con los dos pies en el suelo.
- Repita 10 veces y realice 3 series; se va aumentando progresivamente de acuerdo a como va evolucionando el paciente.(ANEXO 33)

5. Bajada de taburete

- Paciente sobre el taburete.
- Baje lentamente con su pierna buena, permitiendo que el talón toque ligeramente el piso. A medida que baja, trate de mantener la rodilla afectada moviéndose en línea recta hacia el dedo medio del pie.
- Vuelva a la posición inicial, con los dos pies sobre el taburete.
- Repita 10 veces y realice 3 series; se va aumentando progresivamente de acuerdo a como va evolucionando el paciente (ANEXO 33)

6. Extensión de la rodilla

- Ate los extremos de una banda de ejercicios para formar un círculo. Sujete un extremo del círculo a un objeto seguro o cierre una puerta en el para mantenerlo en su sitio.
- Pase el otro lado de la banda de ejercicios alrededor de la rodilla de su pierna afectada. Mantenga la pierna un poco flexionada a la altura de la rodilla.
- Coloque la pierna sana aproximadamente un paso detrás de la pierna afectada. Luego enderece lentamente la pierna afectada, contrayendo los músculos del muslo.
- Mantenga la posición durante 10 segundos, luego vuelva a la posición inicial con la rodilla un poco flexionada.
- Descanse durante 10 segundos.
- Repita 10 veces y realice 3 series; se va aumentando progresivamente de acuerdo a como va evolucionando el paciente. (ANEXO 34)

7. Paciente sentado en el piso, con un rodillo debajo de la rodilla, el paciente debe de presionar con fuerza hacia abajo provocando la extensión de la rodilla con una contracción isométrica de la musculatura del cuádriceps, aguantamos la tensión unos 5 segundos y después dejamos de hacer tensión durante 10 segundos. Repetir el proceso 10 veces y cambiar la pierna. (ANEXO 35)

8. El paciente en la misma posición, volvemos a crear tensión, esta vez llevando la pierna hacia arriba y aguantando ahí 5 segundo en contracción isométrica, relajando 5 segundo y volvemos

a repetir el proceso anterior. Para dificultar el ejercicio podemos usar tobilleras con peso. (ANEXO 36)

9. Paciente en decúbito supino, elevamos la cadera manteniendo la rodilla en extensión hasta 30 a 45°. Ahí mantenemos la posición 5 segundos y después volvemos a la posición inicial con la rodilla en extensión. Esto provoca una contracción isométrica del cuádriceps. Repetir el proceso 10 veces y cambiar de pierna. (podemos usar tobilleras con peso) (ANEXO 37)
10. Paciente en decúbito prono, colocamos una banda elástica a la altura del tobillo y desde esa posición, realizamos una flexión resistida de rodilla la banda elástica. La disposición del elástico resistirá el movimiento de flexión y asistirá la vuelta a la posición inicial. Debemos realizar la flexión de forma dinámica, el paciente debe de mantener la posición por unos segundos y después regresar a la posición inicial de forma lenta. Repetimos el proceso 10 veces y cambiamos de pierna. Cuando más tensamos el elástico, mayor tensión tendremos que hacer en la flexión y se debe de tener cuidado al regresar a la posición inicial evitando tirones bruscos. (ANEXO 38)
11. Paciente en decúbito supino, debe de sujetar un elástico con las manos y lo hacemos pasar por la planta del pie. Comenzamos con la extremidad inferior a trabajar en flexión de cadera y rodilla (no superar 90° de flexión de rodilla). Desde esta posición realizamos una extensión completa en la extremidad, tras lo cual volvemos lentamente a la posición inicial. Repetir 10 veces con cada pierna. (ANEXO 39)
12. Paciente sentado sobre una pelota terapéutica con los pies apoyados en el suelo, con la ayuda de un compañero nos provoca pequeños desequilibrios en varias direcciones y debemos mantener la postura sin despegar los pies del suelo. Realizar el ejercicio durante 1 minuto, descansar y volver a repetirlo. (ANEXO 40)
13. Paciente parado con la espalda apoyada contra la pared (se puede colocar una pelota fisioterapéutica), el apoyo de los pies adelantado unos cm con respecto al cuerpo, llevaremos las rodillas a flexión y ahí mantenemos la posición durante unos segundos, volvemos lentamente a la posición inicial, descansamos unos segundos y repetimos el proceso. Para dificultar este ejercicio podemos realizarlo con apoyo solo en una pierna. (ANEXO 41)
14. Paciente parado u realiza un apoyo unipodal, con la rodilla ligeramente flexionada, manos sobre la cadera, mantener el equilibrio durante unos segundos, después para aumentar la dificultad del ejercicio se puede usar bases inestables: como un tableto basculante. (ANEXO 42)

3.4. Gimnasio y aumento de la fuerza muscular (83)

En esta fase del tratamiento de la enfermedad de Osgood-Schlatter, cuando el paciente recupera el equilibrio, la movilidad, el nivel de contracción-relajación y tono muscular de los miembros

inferiores; continuamos con los ejercicios en gimnasio para aumentar la fuerza muscular y así evitar que la patología vuelva aparecer; el hacer ejercicios de fuerza, provoca que los huesos, los músculos se fortalezcan, a lo mismo que las articulaciones.

En entrenamiento frecuentemente, previene que los músculos que intervienen en movimientos importantes de la vida diaria, como la extensión de las rodillas, se debilite y facilite la aparición de la patología nuevamente.

Esta parte del tratamiento dura 60 minutos; se utiliza los ejercicios de calentamiento y se va aumentando 1 ejercicio por cada sesión; cuando se completa todos los ejercicios se aumenta gradualmente el peso de cada uno, para ir aumentando la fuerza; esta fase se realiza en la quinta y sexta semana de tratamiento.

1. Bicicleta estática: manejar bicicleta por 10 minutos hacia adelante, luego 10 minutos hacia atrás, esta rutina es como calentamiento, durante 2 semanas.
2. Orbitrek: Realizar por 10 minutos hacia adelante, luego 10 minutos hacia atrás, esta rutina es como calentamiento, durante dos semanas.
3. Extensiones del cuádriceps: realiza extensiones 10 repeticiones, 5 series con 30 libras de peso que luego sistemáticamente se va aumentando el peso, durante 2 semanas.
4. Prensa: realizar 10 repeticiones, 5 series con 40 libras de peso que luego sistemáticamente se va aumentando el peso, durante 2 semanas.
5. Biceps femoral: Realizar 10 repeticiones, 5 series con 20 libras de peso que luego sistemáticamente se va aumentando el peso, durante 2 semanas.
6. Extensión de bíceps femoral: realiza extensiones 10 repeticiones, 5 series con 50 libras de peso que luego sistemáticamente se va aumentando el peso, durante 2 semanas.

4. EVIDENCIA CIENTÍFICA RELACIONADA EN EL TRATAMIENTO FISIOTERAPÉUTICO EN LA ENFERMEDAD DE OSGOOD-SCHLATTER

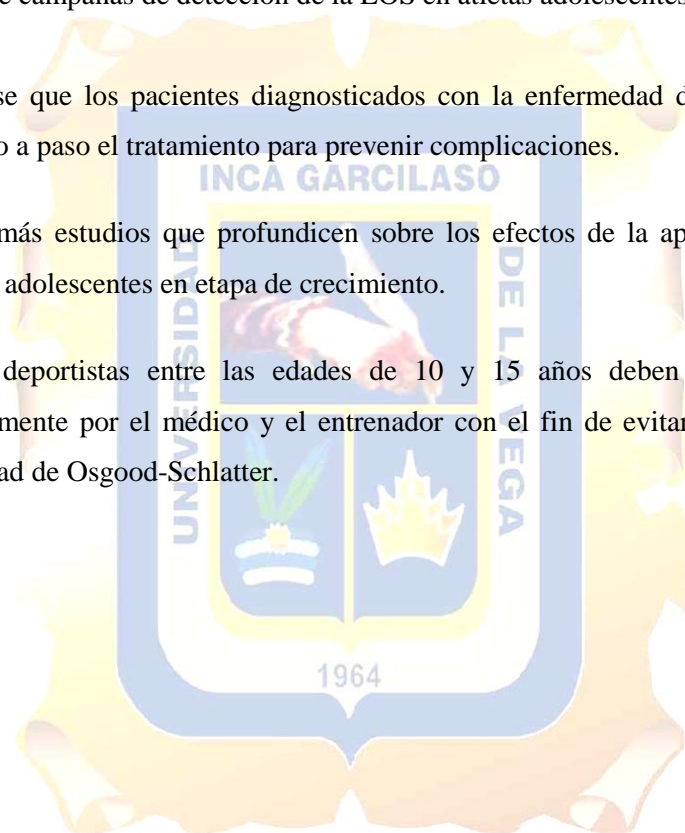
- Sabbag J, Romagnoli K y colaboradores en el año 2016 llegaron a la conclusión que el tratamiento conservador es el mejor abordaje en los casos de esta lesión, quedando a cargo la cirugía sólo aquellos en los que falla y el paciente continúa presentando sintomatología después del cierre de la epífisis de la tuberosidad anterior de la tibia, y no se encontró un tratamiento específico de la fisioterapia para la lesión de tratamiento de Osgood-Schlatter. (86)
- Abad.T, River.C. en el año 2013 llegaron a la conclusión que al finalizar el tratamiento fisioterapéutico los pacientes de la Federación Deportiva de Chimborazo en cuanto a la valoración final del dolor pueden decir que dos pacientes que corresponden al 6% presentan un dolor leve, 1 paciente que corresponde al 3% presenta un dolor moderado y 29 pacientes que corresponden al 91% presentan ausencia de dolor. (92)
- Perez M. Angélica, Mora L. Esteban. En el 2009 llegan a la conclusión que los pacientes responden bien con tratamiento conservador, para el cual se utiliza la nemotecnia RICE (rest, ice, compresión, elevación), basado en reposo de las actividades dolorosas, aplicación de hielo local o compresas frías, compresión moderada al realizar actividades físicas y elevación de la rodilla afectada. Se pueden indicar medicamentos analgésicos según lo requiera el dolor. Las inyecciones de cortico esteroides en la tuberosidad tibial no se recomiendan debido a las potenciales complicaciones como atrofia subcutánea. Ejercicios de estiramiento del cuádriceps y un adecuado programa de fortalecimiento pueden ser iniciados una vez que los síntomas. (100)
- Ribeiro. M. en el año 2003 llegó a conclusión que el tratamiento del paciente con Laserterapia y cinesioterapia y sus objetivos propuestos, dice que hay otra alternativa de tratamiento distinta a la literatura que consiste en hielo y estiramiento local. Destaca la importancia de la fisioterapia en el tratamiento de la enfermedad Osgood-Schlatter ya que se puede utilizar diferentes para aliviar el dolor. (88)
- Crespo.S, Cristofini. P, Blanco. A, Heuleu. J en el año 1991 llegaron a la conclusión que la conducta terapéutica más adecuada es el reposo deportivo 2-3 meses, asociado a corrientes de baja frecuencia y estiramientos suaves del cuádriceps, en ocasiones puede ser de utilidad la colocación de una contención elástica. Los tratamientos con yeso o cirugía son excepcionales. (102)

CONCLUSIONES

- La enfermedad de Osgood-Schlatter se presenta en jóvenes atletas adolescentes esqueléticamente inmaduros entre los 10 y 15 años de edad, se da con más frecuencia en varones que en mujeres,
- La enfermedad de Osgood-Schlatter se produce por la tracción repetitiva de la apófisis de la tuberosidad tibial por el músculo cuádriceps.
- Los pacientes con la enfermedad de Osgood-Schlatter presenta dolor en la parte anterior de la tibia, sensibilidad a la palpación, una tumoración dolorosa, cuando bajan o suben escaleras se produce el dolor y en ocasiones pueden presentar edemas.
- El diagnóstico de la enfermedad de Osgood-Schlatter se realiza con un examen físico y por exámenes de imágenes como los rayos x, ecografía o resonancia magnética siendo estas últimas las más útiles para evaluar a fondo el tendón rotuliano.
- En los tratamientos de la enfermedad de Osgood-Schlatter tenemos al tratamiento conservador donde el médico ordena la inmovilización del miembro afectado con yeso durante 3-6 semanas y la administración de fármacos, el tratamiento quirúrgico y la terapia física.
- En el tratamiento de terapia física se puede usar agentes físicos como el ultrasonido ya que en la aplicación pulsada no produce ningún efecto perjudicial a la epífisis de crecimiento.

RECOMENDACIONES

- Realizar más estudios que permitan profundizar sobre la fisiopatología de la enfermedad de Osgood-Schlatter.
- Dar la importancia respectiva al diagnóstico fisioterapéutico para la detección de la enfermedad de Osgood-Schlatter, para prevenir y modificar complicaciones posteriores a través de campañas de detección de la EOS en atletas adolescentes.
- Asegurarse que los pacientes diagnosticados con la enfermedad de Osgood-Schlatter sigan paso a paso el tratamiento para prevenir complicaciones.
- Realizar más estudios que profundicen sobre los efectos de la aplicación de agentes físicos en adolescentes en etapa de crecimiento.
- Que los deportistas entre las edades de 10 y 15 años deben estar supervisados constantemente por el médico y el entrenador con el fin de evitar que se presente la enfermedad de Osgood-Schlatter.



BIBLIOGRAFÍA

1. Circi E, Atalay Y, Beyzadeoglu T. Treatment of Osgood-Schlatter disease: review of the literature. *Musculoskelet Surg.* diciembre de 2017;101(3):195-200.
2. Domingues M. Osgood Schlatter's disease - A burst in young football players. *Montenegrin J Sports Sci Med.* 2(1):23-7.
3. James F. Dunn Jr. (1990), "La enfermedad de Osgood-Schlatter". *American Family Physician* , Vol.41, no.1; 173(4).
4. Cliggot Publishing Co., (2001). *Consultor* , Vol 41, Iss 10; 1479
5. Uzunov V. *The Pathophysiology and Rehabilitation of Osgood-Schlatter Syndrome.* 2015.
6. M. Cruz. *Tratado de pediatría.* Océano 2007
7. Vaishya R, Azizi AT, Agarwal AK, Vijay V. Apophysitis of the Tibial Tuberosity (Osgood-Schlatter Disease): A Review. *Cureus [Internet].* septiembre de 2016 ;8(9).
8. Steven D. Waldman. *Atlas of Common Pain Symndromes,* Philadelphia:Elsevier; 2012.
9. Orava S, Malinen L, Karpakka J, et al.: Results of surgical treatment of unresolved Osgood-Schlatter lesion. *Ann Chir Gynaecol.* 2000, 89(4):298–302.
10. Viktoras Gerulis, romaníes, Sigitas Kalesinskas Pranckevicius, Paulius Bergeris', (2004) importancia de tratamiento conservador y restricción de carga física para el curso de la lesión de Osgood-Schlatter Enfermedad'. *Medicina* . Vol 40, nº 4:pg363-369
11. Munisha Mehra Bhatia (2004). La enfermedad de Osgood-Schlatter, *Emedicine [Revista electrónica]* [Http://www.emedicine.com/sports/topic89.htm](http://www.emedicine.com/sports/topic89.htm) , fecha de acceso: Jul 13 2004
12. Atsushi Hirano, Toru Fukubayashi, Tomoo Ishii, Naoyuki Ochiai. (2002) 'Magnetic resonancia magnética cerebral de la enfermedad de Osgood-Schlatter: el curso de la enfermedad". *Radiología esquelética* , Vol 31; 334-342
13. Antonio Gigante, Claudia Bevilacqua, Massimo G Bonetti & Francesco Greco (2003) "Mayor torsión tibial externa en la enfermedad de Osgood-Schlatter". *Acta Orthopaedica Scandinavica* , Vol. 74 No.4;431-436
14. Ishida, Kazunari Ryosuke Kuroda, Keizo Sato Tetsuhiro, Minoru Doita Iguchi, por Masahiro Kurosaka, & Tetsuji Yamamoto (2005) 'Infrapatellar Osteochondromatosis Bursal asociados con la enfermedad de Osgood-Schlatter pendientes'. *Oficial de hueso y unirse a la cirugía* , Vol. 87 No.12; 2780-2783
15. William E. Prentice & Michael I. Voight, (2001). *Las técnicas de rehabilitación musculoesquelético.* Nueva York: McGraw Hill
16. Staheli LT. *Ortopedia pediátrica.* Madrid: Marbán, 2003

17. Tachdjian MO. Ortopedia pediátrica. 2ª Ed, México: Interamericana, 1994.
18. Roberto Galván Lizárraga & Mario Martínez Villalobos. Enfermedad de Osgood-Schlatter. 2007 Abr.-Jun. Vol 3 (5)
19. Sue E. Huether & Kathryn L. McCance (2004) Understanding Pathophysiology; Missouri St Louise; Mosby.
20. Leslie Klenerman (1994). 'Musculoskeletal injuries in child athletes (ABC of sport medicine)'. *British Medical Journal*. Vol 308, No. 6943 ; 1556(4)
21. Eric J. Wall (1998). 'Osgood- Schlatter Disease; Practical Treatment for a Self-Limiting Condition'. *The Physician and Sportsmedicine*. Vol.26, Iss. 3; 29
22. Dr. R. Balius Juli, Dr. E. Vendrell. Torné Y Dr. X. Espiga Tugas. Enfermedad de Osgood-Schlatter secuelas y complicaciones.
23. Smith JM, Bhimji SS. Osgood Schlatter Disease. En: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2017. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK441995/>
24. Gholve PA, Scher DM, Khakharia S, Widmann RF, Green DW (2007) Osgood Schlatter síndrome. *Curr Opin Pediatr*19(1):44-50
25. Maffulli N, R (1997) Grewal avulsión de la tuberosidad tibial: Los músculos demasiado fuerte para una placa de crecimiento. *Clin J Med Sport*
26. Ehrenborg G (1962) El Osgood-Schlatter lesión. Un estudio clínico de 170 casos. *Acta Chir Scand* 124:89-105
27. 9. Ehrenborg G (1962) El Osgood-Schlatter lesión. Un estudio experimental y clínica. *Acta Chir Scand Suppl* 288:1-36
28. John. P. DiDiori. (1999)'Overuse lesiones en los niños y los adolescentes". *El médico y Sportsmedicine* . Vol 27, Iss. 1; PG75
29. William E. Prentice & Michael I. Voight, (2001). Las técnicas de rehabilitación musculoesquelético. Nueva York: McGraw Hill
30. Graf BK. Fujisaki CK, Reider B,(1991), trastornos del tendón patelar' en: Reider B, ed.. *Medicina deportiva: el atleta V. Uzunov, gimnasio entrenador, Vol.2 (2008) 39-45*
31. Kujala UM, Kvist M, Heinonen S (1985) Osgood- Schlatter enfermedad en atletas adolescentes: estudio retrospectivo de la incidencia y duración. *American journal de Medicina Deportiva* . Vol.13 :239
32. James F. Dunn Jr. (1990), "La enfermedad de Osgood-Schlatter". *American Family Physician* , Vol.41, no.1; 173(4).
33. H. Ware (1996). Lesión del mecanismo extensor de la rodilla". *La rodilla* . Vol 3 Iss. 1; 94(2)

34. Hansen P, Hassenkam T, Svensson RB, Aagaard P, Trappe Haraldsson BT, et al. Glutaraldehyde cross-linking of tendon—mechanical effects at the level of the tendon fascicle and Connect Tissue Res. 2009;50:211–22.
35. Zhang J, Wang JH. Mechanobiological response of tendon cells: Implications of tendon homeostasis and pathogenesis in tendinopathy. J Orthop Res. 2010;28:639–43.
36. Abate M, Gravare-Silbernagel K, Siljeholm C, Di Iorio A, De Amicis D, Salini V, et al. Pathogenesis of tendinopathies: inflammation or degeneration? Arthritis Res Ther. 2009;11:235.
37. Clegg PD, Strassburg S, Smith RK. Cell phenotypic variation in normal and damaged tendons. Int J Exp Pathol. 2007;88:227–35.
38. Tomás F. Fernández Jaén, Fernández Baró Pazos, Ascensión Fernández Jiménez, Martha Guillén Vicente, et al. Conceptos actuales de la fisiopatología de las tendinopatías. Ingeniería tisular. Apuntes Med LEsport Castell. 1 de octubre de 2010;45(168):259-64.
39. GL de Lucena, dos Santos Gomes C, Guerra RO (2011) Prevalencia y factores asociados de Osgood-Schlatter síndrome en una muestra poblacional de los adolescentes brasileños. Am J Sports Med 39(2):415-420
40. Dunn JF (1990) Osgood-Schlatter enfermedad. Soy médico fam 41(1):173-176
41. Kujala UM, Kvist M, Heinonen S (1985) la enfermedad de Osgood-Schlatter en adolescentes deportistas. Estudio retrospectivo de la incidencia y duración. Am J Sports Med 13(4):236-241
42. (Suzue N, Matsuura T, Iwame T, Hamada D, Goto T, Takata Y, et al. Prevalence of childhood and adolescent soccer-related overuse injuries. J Med Investig JMI. 2014;61(3-4):369-73.)
43. Epidemiology of Basketball, Soccer, and Volleyball Injuries in Middle-School Female Athletes.
44. Dr. Lázaro M. Martínez Estupiñán, Dr. Sergio Morales Piñeiro, Dr. Roberto Mata Cuevas, Dr. Luis Bretón Espinosa. Osteocondritis en los niños de 0 a 14 años atendidos en la atención primaria de salud. Medicentro 2004;8(3)
45. Prevalence and Associated Factors of Osgood-Schlatter Syndrome in a Population-Based Sample of Brazilian Adolescents The American Journal of Sports Medicine - Gildásio Lucas de Lucena, Cristiano dos Santos Gomes, Ricardo Oliveira Guerra, 2011.
46. Schaideer, Jeffrey J. Mobi. Rosen & Barkin's 5- Minute Emerg..
47. Brad Walker. La anatomía de las lesiones deportivas. 1ra ed. España. Paidotribo. 2010
48. Dr. Jose Peña Amaro. Histología de la inserción tendinosa. Departamento de ciencias morfológicas. Córdoba
49. A. Basas García, C. Fernández de las Peñas, J. A. Martín Urrialde. Tratamiento fisioterápico de la rodilla.

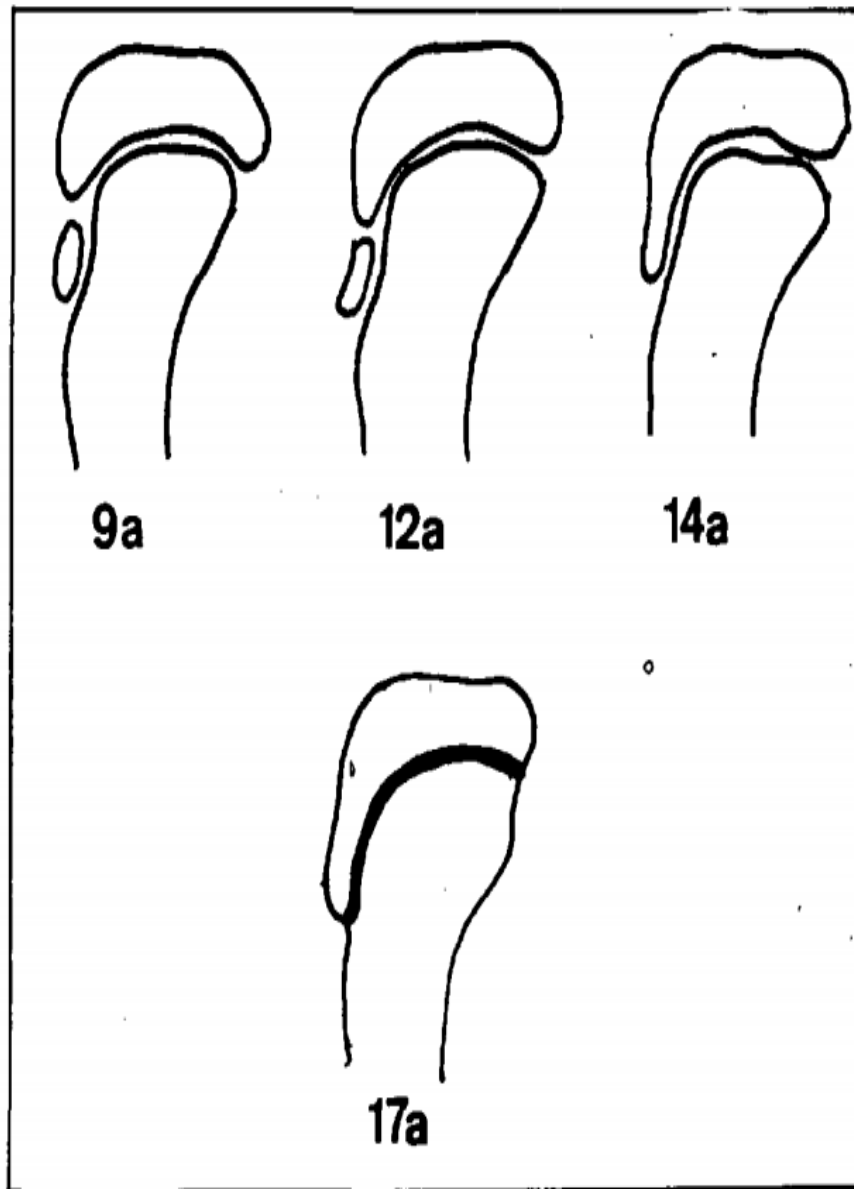
50. Compendia de anatomía descriptiva. L. Testud. A. Latarjet.
51. Técnicas de estiramiento "Stretching" y fortalecimiento "Strenghtening". Dr. Tomas S. Nakazato N. Lic. Roberto Alarcon S.
52. Heath CH, Staheli LT. Normal limits of knee angle in white children-genu varum and genu valgum. *J Pediatr Orthop* 1993; 13: 259-262.
53. Horton MG, Hall TL. Quadriceps femoris muscle angle: normal values and relationships with gender and selected skeletal measures. *Phys Ther* 1989; 69.
54. Hahn T, Foldspang A. The Q angle and sport. *Sean J Med Sci Sports* 1997; 7: 43-48.
55. Guerra JP, Arnold MJ, Gajdosik RL. Q angle: effects of isometric quadriceps contraction and body position. *J Orthop Sports Phys Ther* 1994; 19: 200-204.
56. Cowan DN et al. Lower limb morphology and risk of overuse injury among male infantry trainees. *Med Sci Sports Exerc* 1996; 28: 945-952.
57. Miralles R, Server F, Perrnanyer M, Miralles I. Análisis frontal de la marcha mediante videofotogrametría en 3D. Oscilación del ángulo Q. *Rev Pato/ Rodilla* 1996; 1: 44-48.
58. Goodfellow J, Hungerford DS, Zindel M. Patellofemoral joint mechanics and pathology. *Bone Joint Surg* 1976; 58B: 287-290
59. Wiberg G. Roentgenographic and anatomic studies on the patellofemoral joint, with special reference to chondromalacia patellae, *Acta Orthop Scand* 1941; 12: 319-410.
60. Kapanji AL *Fisiología Articular. Volumen 2.* París. Maloine. 1998
61. Weinstabl R, Scharf W, Fibras W. The extensor apparatus of the knee joint and its peripheral vasculature: anatomic investigation and clinical relevance. *Surg Radio/ An* 1989; 11: 17-22.
62. Hallisey BJ, Doherty N, Bennett WF, Fulkerson JP. Anatomy of the junction of the vastus lateralis tendon and the patella. *J Bone Joint Surg* 1987; 69A: 545-549.
63. Javadpour ZSM, Finegan PJ, O'Brien M. Anatomy of the extensor mechanism and its clinical relevance. *Am J Sports Med* 1991: 229-235.
64. Mann RA, Hagy JL. The popliteus muscle. *J Bone Joint Surg* 1977; 59A: 924-927.
65. Basmajian JV, Lovejoy JF. Function of the popliteus muscle in man. A multifactorial electromyographic study, *J Bone Joint Surg* 1971; 53A:557-562.
66. Busquet L. *Las cadenas musculares. Volumen IV* Paidotribo. Barcelona. 1996
67. Huberti HH, Hayes WC. Patellofemoral contact pressures. *J Bone Joint Surg* 1984; 66A:715-724.
68. Bordier G. *Atlas de l'aplicquée a la danse.* París. Amphora. 1985.
69. Calvo JB. *Apuntes para una anatomía aplicada a la danza.* Madrid. Sanart. 1997.
70. Miralles RC, Puig M. *Biomecánica clínica del aparato locomotor.* Barcelona. Masson SA. 1998.

71. Lieb FJ, Perry J. Quadriceps function. An electromyographic study under isometric conditions. *J Bone Joint Surg* 1971; 54: 749-758
72. Lindahl O, Movin A. The mechanics of the extension of the knee-joint. *Acta Orthop Scand* 1967; 38: 226-234.
73. Carol A. Oatis. *Kinesiology The mechanics & Pathomechanics of human movement.* 2009.
74. Basmajian JV, DeLuca CJ: *Muscles Alive. Their Function Revealed by Electromyography.* Baltimore: Williams & Wilkins, 1985.
75. Kendall FP, McCreary EK, Provance PG: *Muscle Testing and Function.* Baltimore: Williams & Wilkins, 1993.
76. Deutsch H, Lin DC: Quadriceps kinesiology (emg) with varying hip joint flexion and resistance. *Arch Phys Med Rehabil* 1978; 59: 231–236.
77. Eloranta V: Coordination of the thigh muscles in static leg extension. *Electromyogr Clin Neurophysiol* 1989; 29: 227–233
78. Stratford P: Electromyography of the quadriceps femoris muscles in subjects with normal knees and acutely effused knees. *Phys Ther* 1981; 62: 279–283.
79. Soderberg GL, Cook TM: An electromyographic analysis of quadriceps femoris muscle setting and straight leg raising. *Phys Ther* 1983; 63: 1434–1438.
80. Soderberg GL, Dueterhaus S, Arnold K, et al.: Electromyographic analysis of knee exercises in healthy subjects and in patients with knee pathologies. *Phys Ther* 1987; 67: 1691–1702.
81. Farahmand F, Senavongse W, Amis AA: Quantitative study of the quadriceps muscles and trochlear groove geometry related to instability of the patellofemoral joint. *J Orthop Res* 1998; 16:136–143.
82. Wickiewicz TL, Roy RR, Powell PL, Edgerton VR: Muscle architecture of the human lower limb. *Clin Orthop* 1983; 179: 275–283.
83. Dr. Jose Fernando Aroca Celi. *Incidencia de la enfermedad Osgood-Schlatter en los adolescentes de la escuela de futbol, fuerza amarilla de la ciudad de machala* 2013.
84. Olivé V R. *Rodilla En: Patologías en Medicina del deporte. Laboratorio Menarin.* 2000, p.114-116.
85. Hebet, S.; Xavier, R. *Ortopedia e Traumatologia- Porto Alegre: Artes Médicas,* 2003.
86. Alexandra Sabbag da Silva, Ketima Cristina Romagnoli, Mauro Fisberg. *Lesão de Osgood-Schlatter.*
87. Purushothan. A. Gholve, David M. Scher, Saurabh Khakharia, Roger F. Widman et. Al. *Osgood Schlatter Syndrome, March* 2007.

88. Maria Cecilia Ribeiro. TRATAMENTO FISIOTERAPÊUTICO NA PATOLOGIA DE OSGOOD-SCHLATTER ATRAVÉS DO USO DE LASERTERAPIA E CINESIOTERAPIA. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. 2003
89. Elias, N.; Texeira, J.C.M.; Junior, N.O.F.; Oliveira, L.P. Tratamento conservador da doença de Osgood-Schlatter. Rev. Bras. Ortop. 1991; 26:216-218.
90. Azevedo, C.E.S.; Cruz, W.M.F.G. Terapêutica em Pediatria - São Paulo: Atheneu, 2001.
91. Chad E. Cook, Pt, PhD, MBA,OCS,COMT. Orthopedic manual therapy an Evidence-Based Approach.
92. Abad Tandazo A, Rivera Curimilma R. Eficacia de un protocolo de tratamiento fisioterapéutico en pacientes que presentan el síndrome de Osgood-Schlatter en la federación deportiva de Chimborazo, en el periodo de enero a mayo del 2013.
93. Selfe]. The patellofemoral joint: A review of primary research. Critical Reviews in Physical & Rehabilitation Medicine. 2004;16(1):1-30.
94. Gross MT, Foxworth]L. The role of foot orthoses as an intervention for patellofemoral pain. 01,thop Sports Phys Ther. 2003;33(11):661-670.
95. Livingston LA, Mandigo]L. Bilateral rearfoot asymmetry and anterior knee pain syndrome. 01"thop Sports Phys Ther. 2003;33(1):48-55.
96. Claudio H. Taboadela. Goniometria. 1a ed. Buenos aires, 2007
97. M. Lacote, AM Chevalier, A. Miranda J.P.Bleton, P. Stevenin. Valoracion de la funcion muscular normal y patologica. 1ª ed.. España. Masson.s.a. 1984.
98. Michelle H. Cameron. Agentes fisicos en rehabilitacion de la investigacion a la practica. 3ª ed.
99. Santos, C.B. Influência do Ultra-som Terapêutico na Epífise de Crescimento Ósseo de Coelhos - São Paulo, 2002. 41p, Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de São Paulo - Escola Paulista de Medicina.
100. Dr. John A. Schleiter. Pediatric Orthopaedics and Sports. Medicine.
101. Perez MA, Mora LE. Enfermedad de Osgood-Schlatter. Rev.Med. Costa Rica y Centroamerica 2009; 367-371.
102. (Crespo.S, Cristofini. P, Blanco. A, Heuleu. J. la enfermedad de Osgood-Schlatter.Apropositode 14 casos. Barcelona. 1991)

ANEXO 1:

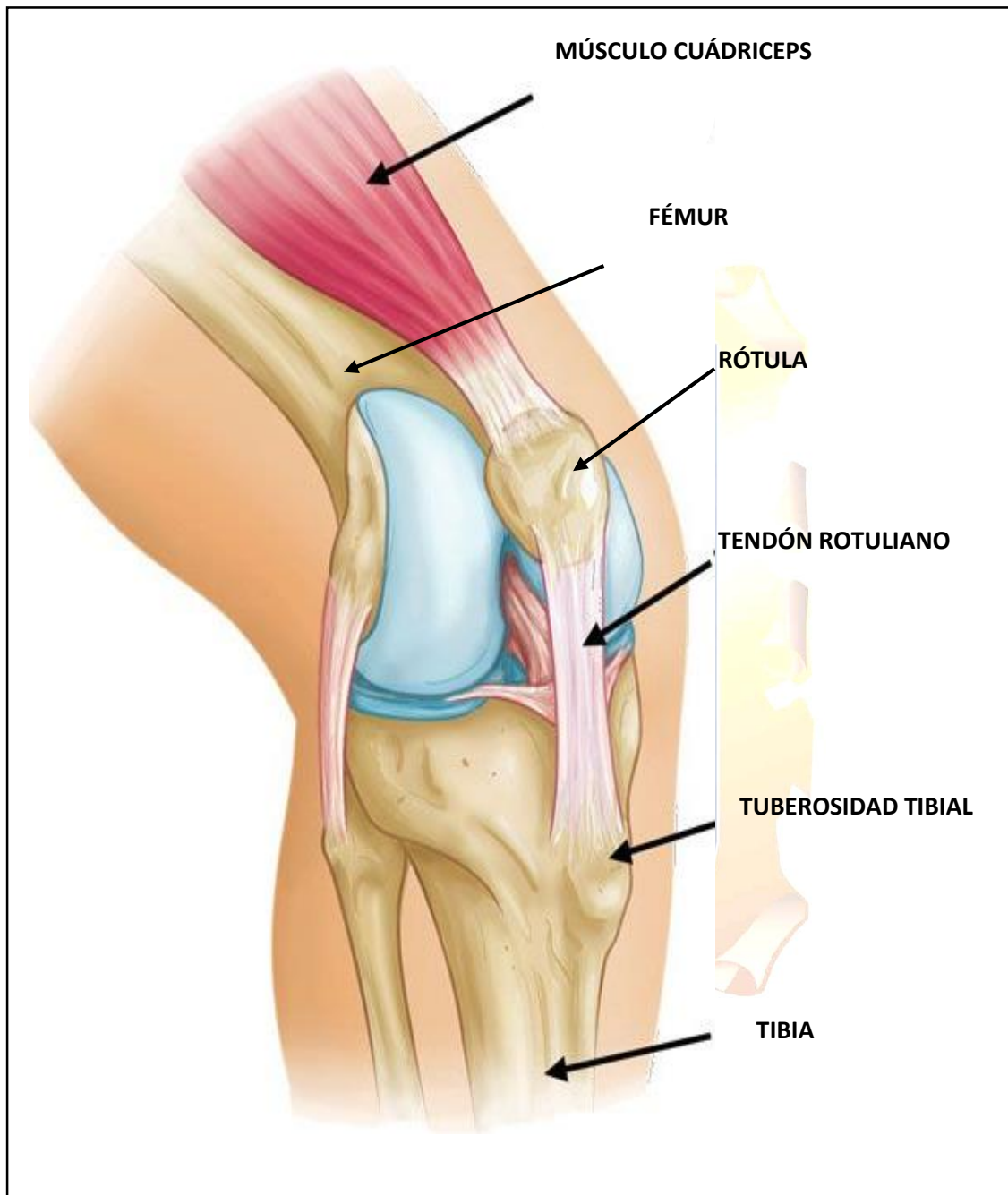
Desarrollo esquemático de la tuberosidad anterior de la tibia.



REFERENCIA: Badius Juli, R, E. Vendrell. Torné and X. Espiga Tugas. “Enfermedad de Osgood-Schlatter secuelas y complicaciones.” Apunts Medicina del l’ Esport (castellano) 23.088 (1986): p. 85-92

ANEXO 2:

Diagrama de la articulación de la rodilla



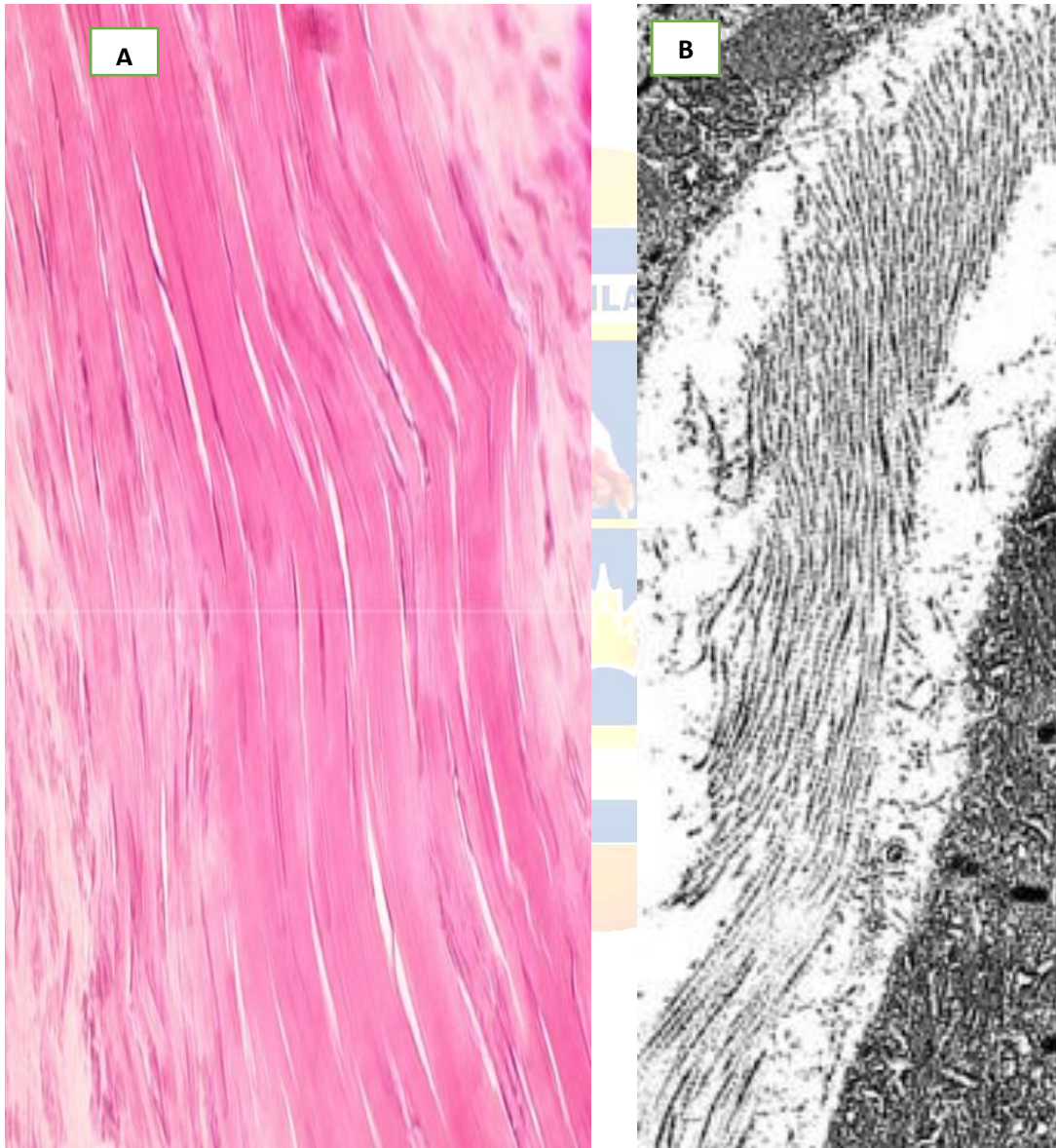
REFERENCIA: Uzunov V. The Pathophysiology and Rehabilitation of Osgood-Schlatter Syndrome. 2015.

ANEXO 3:

Histología del tendón

A.- Sección longitudinal de un tendón; los núcleos aplanados corresponden a los tenocitos dispuestos entre los haces de fibras de colágena. Hematoxilina-eosina.

B.- Haz de fibrillas de colágena. TEM.



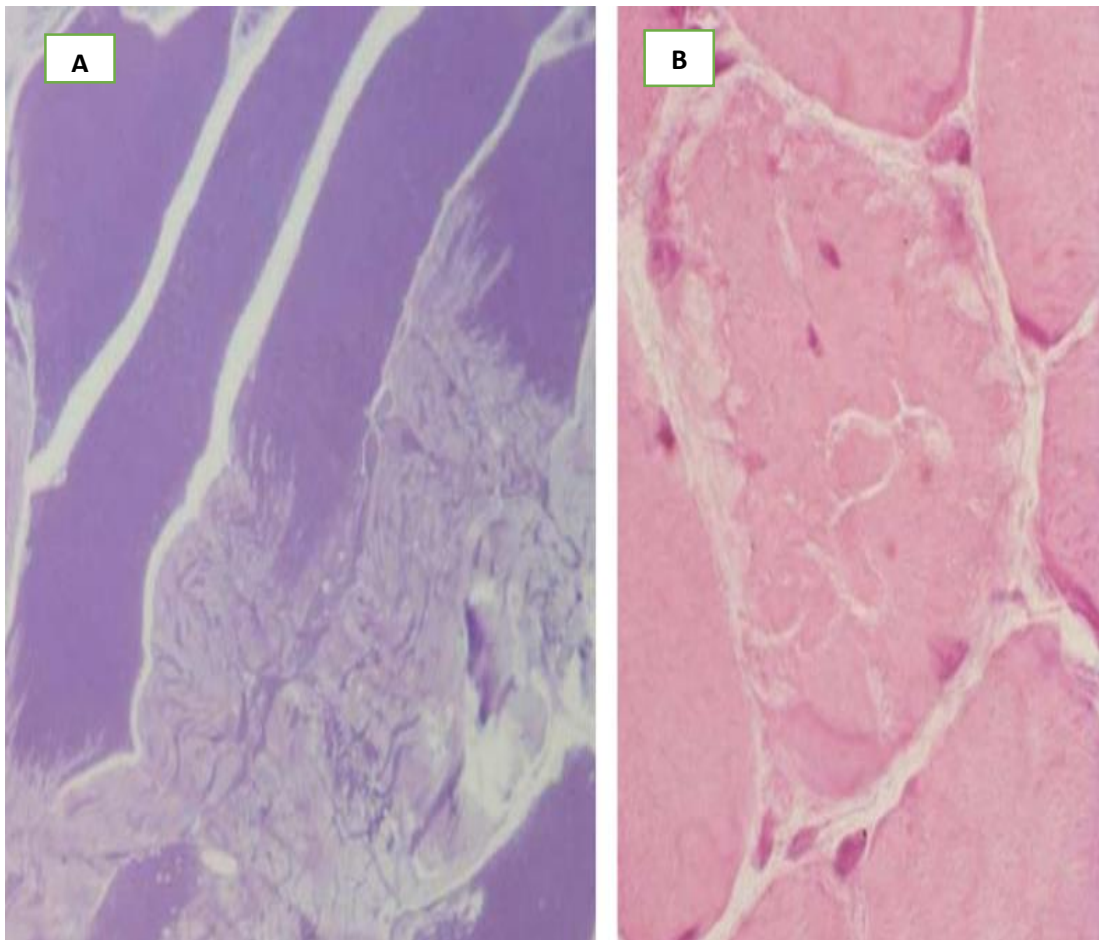
REFERENCIA: Dr. Jose Peña Amaro. Histología de la inserción tendinosa. Departamento de ciencias morfológicas. Córdoba

ANEXO 4:

Histología de la unión miotendinosa (UM)

A.- Tendón muestra tinción pálida; las zonas de contacto muestran un patrón de interdigitación. Azul de toluidina.

B.- En el centro, una fibra muscular cortada transversalmente a nivel de la zona de unión miotendinosa. Es normal que la fibra muscular presente hendiduras y núcleos internalizados. Hematoxilina-eosina.

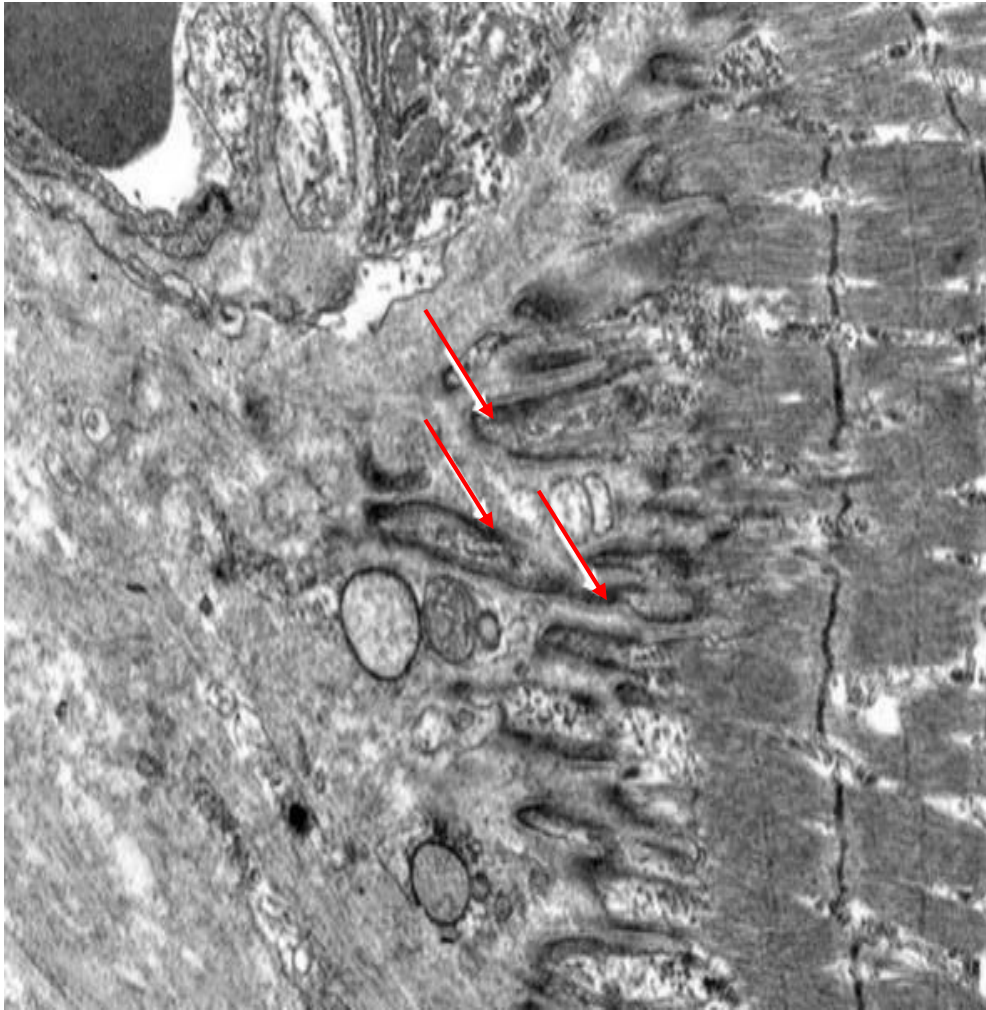


REFERENCIA: Dr. Jose Peña Amaro. Histología de la inserción tendinosa. Departamento de ciencias morfológicas. Córdoba

ANEXO 5:

Histología de la unión miotendinosa (UM)

Invaginaciones profundas a nivel del extremo final de la fibra muscular, entre las cuales se introducen las fibrillas de colágena. En las proyecciones digitiformes de la superficie de fibras se pueden ver la mayor electrodensidad de las placas de adhesión (flechas). MET.

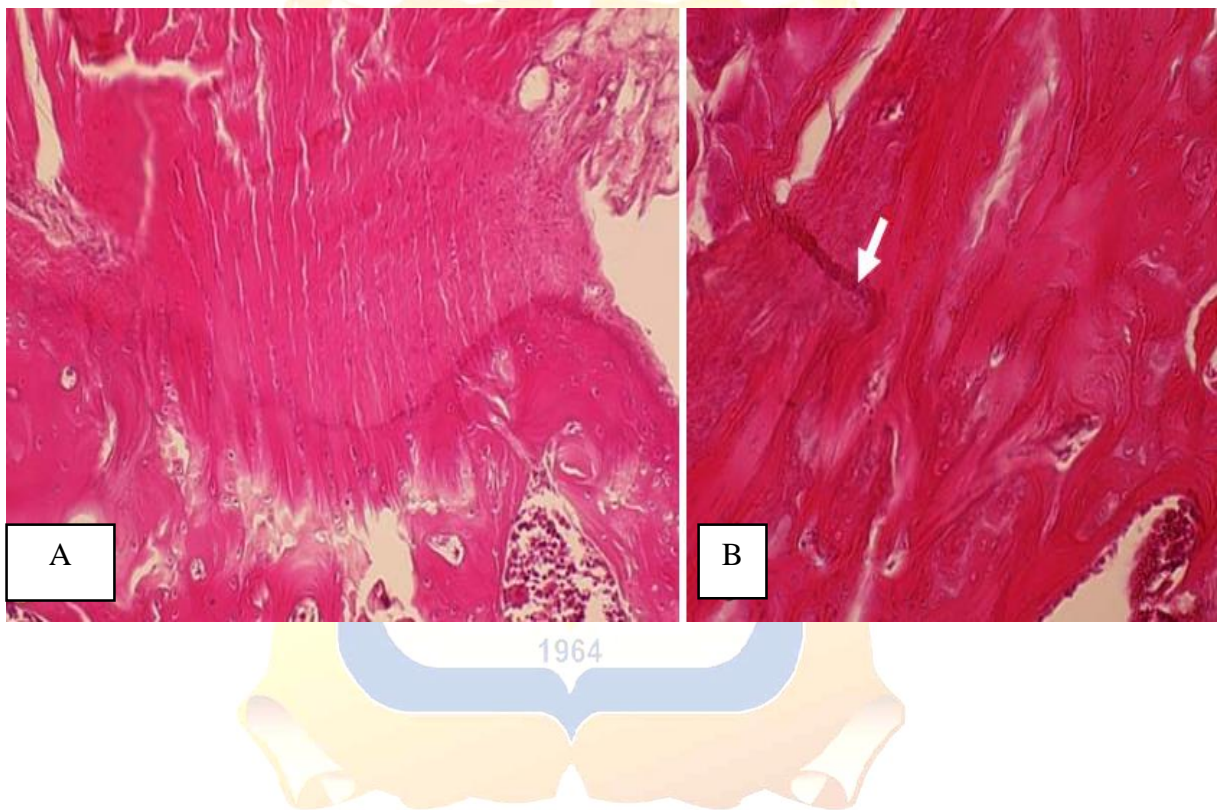


REFERENCIA: Dr. Jose Peña Amaro. Histología de la inserción tendinosa. Departamento de ciencias morfológicas. Córdoba

ANEXO 6

Histología de la unión miotendinosa (UM)

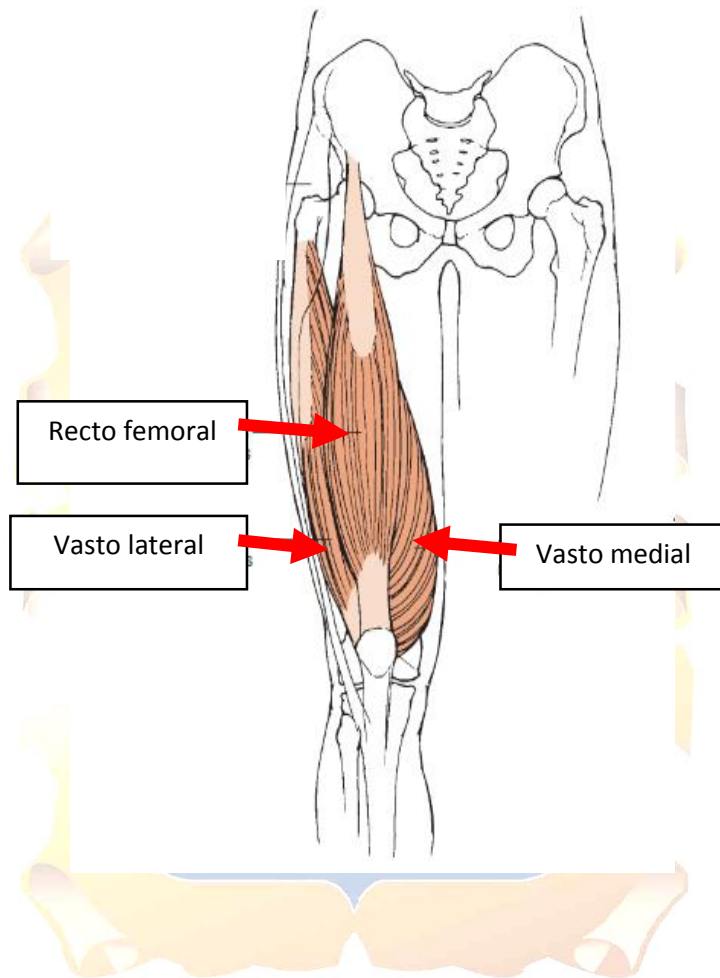
- A. Unión osteotendinosa (entesis) con evidencia de fibrocartílago. Hematoxilina eosina.
- B. Unión osteotendinosa sin evidencia de fibrocartilago; la flecha indica una fibra de Sharpey introduciéndose profundamente en la inserción ósea. Hematoxilina eosina.



REFERENCIA: Dr. Jose Peña Amaro. Histología de la inserción tendinosa. Departamento de ciencias morfológicas. Cordoba

ANEXO 7

Músculo cuádriceps



REFERENCIA: Carol A. Oatis. Kinesiology The mechanics & Pathomechanics of human movement. 2009.

ANEXO 8

Músculo Recto Femoral

- A. La firmeza del recto femoral se evalúa estirando el músculo con la extensión combinada de la cadera y la flexión de la rodilla.
- B. Al permitir que la cadera se flexione, se pone flojo el recto femoral y se permite la flexión completa de la articulación de la rodilla.

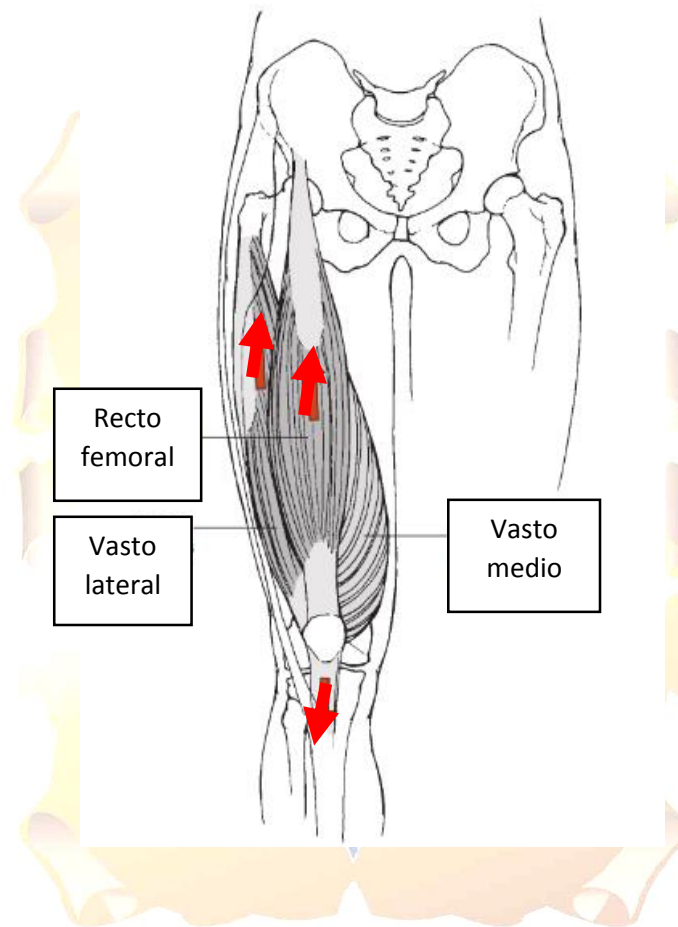


REFERENCIA: Carol A. Oatis. Kinesiology The mechanics & Pathomechanics of human movement. 2009.

ANEXO 9

Músculo Vasto Medial

La atracción del recto femoral y del vasto intermediario es paralela al vástago del fémur. La línea de tracción del vasto lateral es lateral al fémur. El tendón rotuliano tira de la rótula distalmente. La suma de estas fuerzas es un tirón proximal y lateral en la rótula.

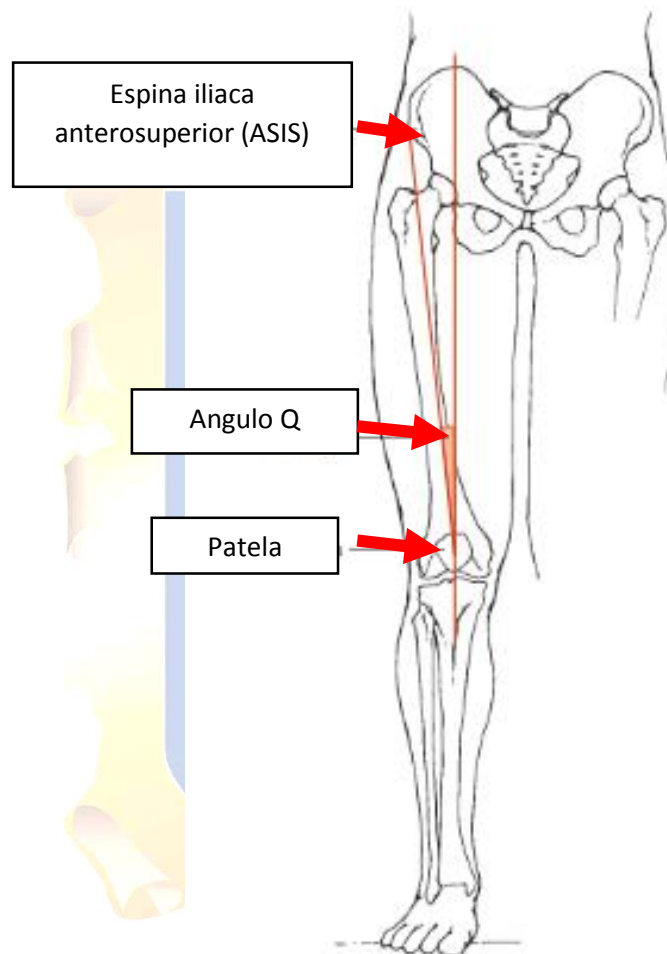


REFERENCIA: Carol A. Oatis. Kinesiology The mechanics & Pathomechanics of human movement. 2009.

ANEXO 10

Ángulo Q

El ángulo Q está formado por una línea a través de ASIS de la pelvis y el centro de la rótula y la línea desde el centro de la rótula hasta el tubérculo tibial.



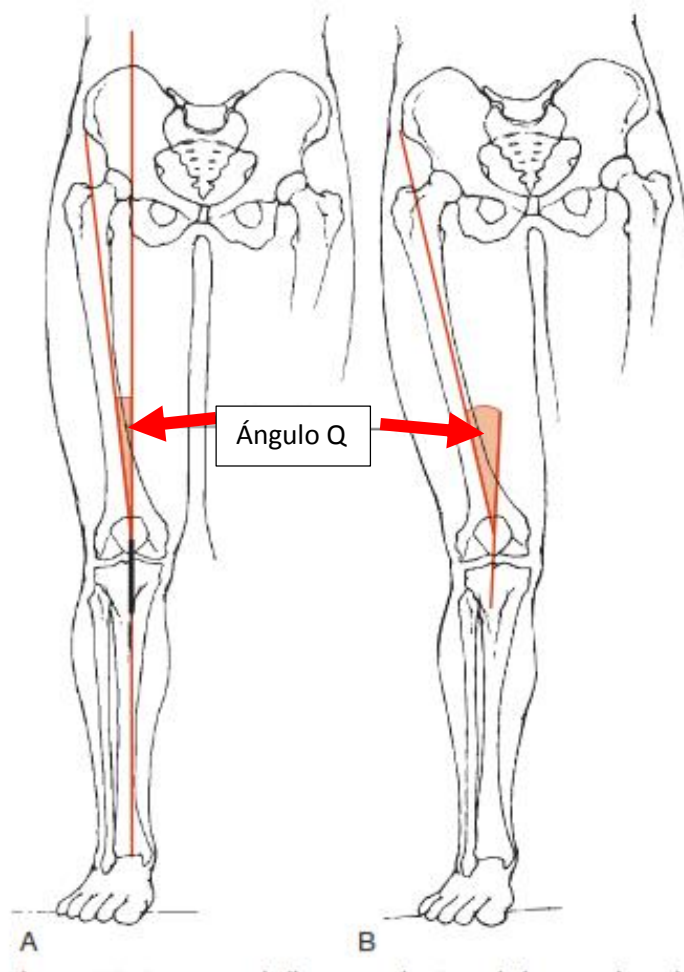
REFERENCIA: Carol A. Oatis. Kinesiology The mechanics & Pathomechanics of human movement. 2009.

ANEXO 11

Ángulo Q

A. En alineación normal, el ángulo Q es aproximadamente igual al ángulo en valgo de la rodilla.

B. La torsión lateral de la tibia puede aumentar el ángulo Q mientras que el ángulo en valgo permanece sin cambios.



REFERENCIA: Carol A. Oatis. Kinesiology The mechanics & Pathomechanics of human movement. 2009.

ANEXO 12

Cálculo del cuádriceps con la fuerza necesaria para sostener la rodilla extendida en 30° con un peso de 10 libras alrededor del tobillo.

Las dimensiones siguientes se basan en una mujer que es de 5 pies 8 pulgadas de estatura (1,72 m) y pesa 140 lb (623 N). Los parámetros del segmento de las extremidades son extrapolar de los datos antropométricos de Braune y Fischer. La geometría del músculo cuádriceps está basado en datos de Buford et al. La fuerza de extensión se supone que es proporcionada enteramente por el cuádriceps, sin co-contracciones de otros músculos.

Peso de la pierna y el pie: 6% del peso corporal (PC)

Peso en el tobillo: 10 lb (7% PC)

Longitud de la pierna y el pie: Aproximadamente 29% de la altura del sujeto: 0.5 m

Centro de gravedad de la pierna y el pie: ubicado en 61% de longitud de pierna y pie desde la articulación de la rodilla

Peso del tobillo: ubicado a 0.44 m de la articulación de la rodilla

Momento brazo del cuádriceps: 0.04 m

Resolver por la fuerza de cuádriceps (Q):

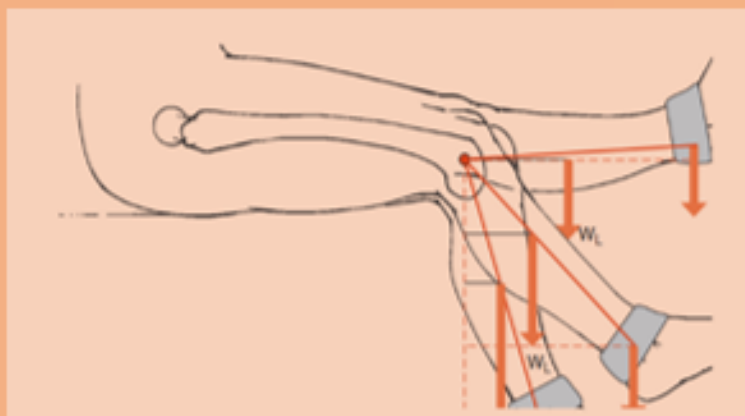
$$\sum M = 0$$

$$(Q \times 0.04 \text{ m}) - (0.06 \text{ PC} \times 0.3 \text{ m} \times (\sin 60^\circ)) - (0.07 \text{ PC} \times 0.44 \text{ m} \times (\sin 60^\circ)) = 0$$

$$(Q \times 0.04 \text{ m}) = (0.06 \text{ PC} \times 0.26 \text{ m})$$

$$+ (0.07 \text{ PC} \times 0.38 \text{ m})$$

$$Q = 1.06 \text{ PC y } 660 \text{ N}$$

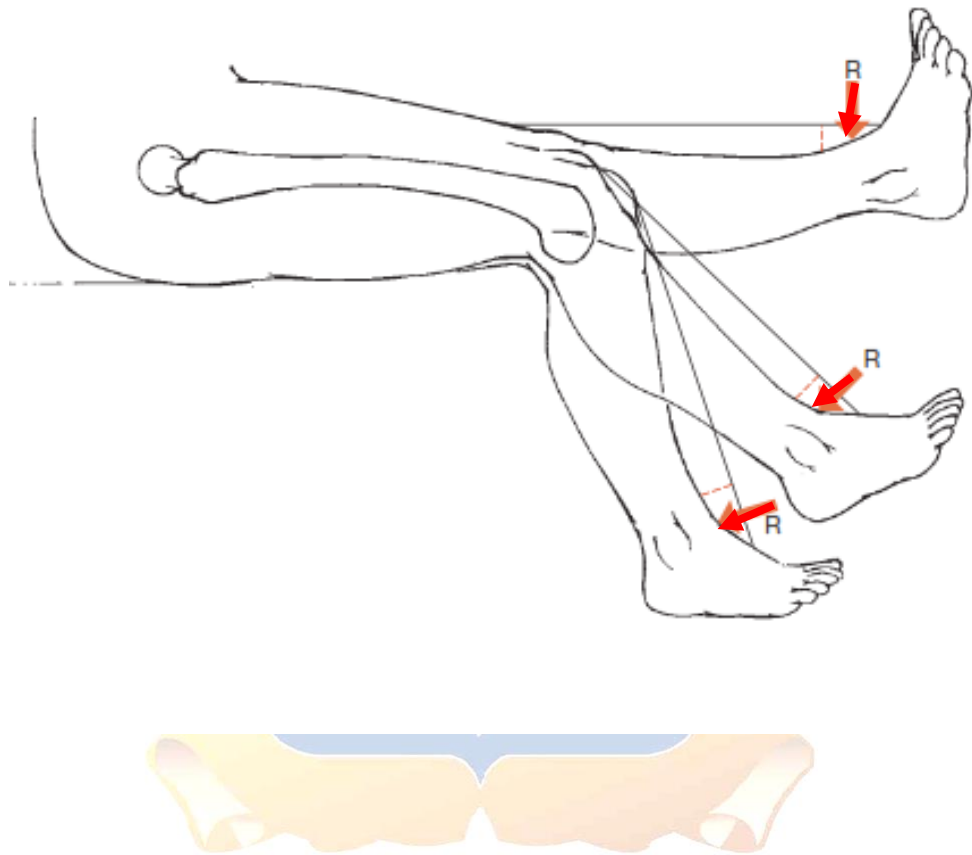


REFERENCIA: Carol A. Oatis. Kinesiology The mechanics & Pathomechanics of human movement. 2009.

ANEXO 13

Extensión de rodilla (sistema de poleas)

Una polea o sistema de leva ejerce una resistencia perpendicular (R) en todo el rango de extensión de la rodilla



REFERENCIA: Carol A. Oatis. Kinesiology The mechanics & Pathomechanics of human movement. 2009.

ANEXO 14

Cálculo del momento interno en la rodilla, manteniendo la rodilla extendida a 30 ° con un peso de 10 libras en el tobillo.

$$\sum M = 0$$

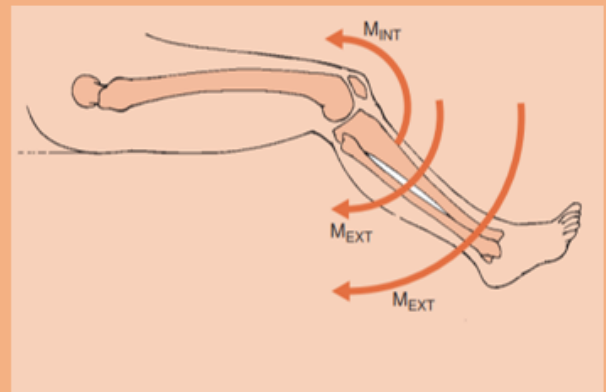
$$M_{\text{interno}} + M_{\text{externo}} = 0$$

Donde M_{interno} es el momento creado por el cuádriceps, M_{externo} es la suma de los momentos generados por el peso de la pierna y el pie y el peso de 10 lb en el tobillo.

$$M_{\text{interno}} = - M_{\text{externo}}$$

$$M_{\text{interno}} = (0.06 \text{ PC} \times 0.26 \text{ m}) + (0.07 \text{ PC} \times 0.38 \text{ m})$$

$$M_{\text{interno}} = 26.3 \text{ Nm.}$$



REFERENCIA: Carol A. Oatis. Kinesiology The mechanics & Pathomechanics of human movement. 2009.

ANEXO 15

Cálculo de las fuerzas de reacción en la articulación tibiofemoral cuando la rodilla extendida a 30 ° sostiene un peso de 10 libras en el tobillo.

Los resultados y los datos antropométricos de los anexos 12 y 14 se utilizan en este cálculo.

$\sum F_x:$

$$J_x - Q \times (\cos 15^\circ) + 0.06 \times PC \times (\sin 30^\circ) + 0.07 \times PC \times (\sin 30^\circ) = 0$$

Donde Q = 1.06 PC o 660 N

$$J_x = 598 \text{ N}$$

$\sum F_y:$

$$J_y + Q \times (\sin 15^\circ) - 0.06 \times PC \times (\cos 30^\circ) - 0.07 \times PC \times (\cos 30^\circ) = 0$$

$$J_y = -100.6 \text{ N}$$

Usando teorema de Pitágoras:

$$J^2 = J_x^2 + J_y^2$$

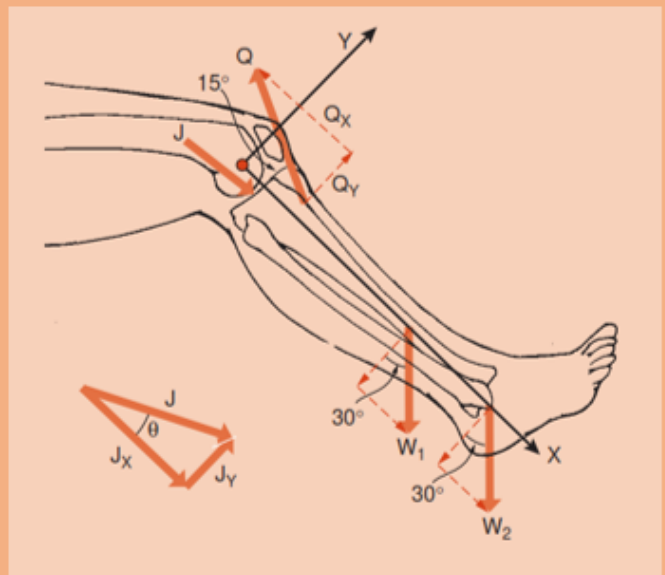
$$J \approx 606.4 \text{ N}$$

$$J \approx 0.97 \text{ PC}$$

Usando la trigonometría, se puede determinar la dirección de J:

$$\cos \theta = J_x / J$$

$$\theta \approx 10^\circ \text{ desde el eje X}$$

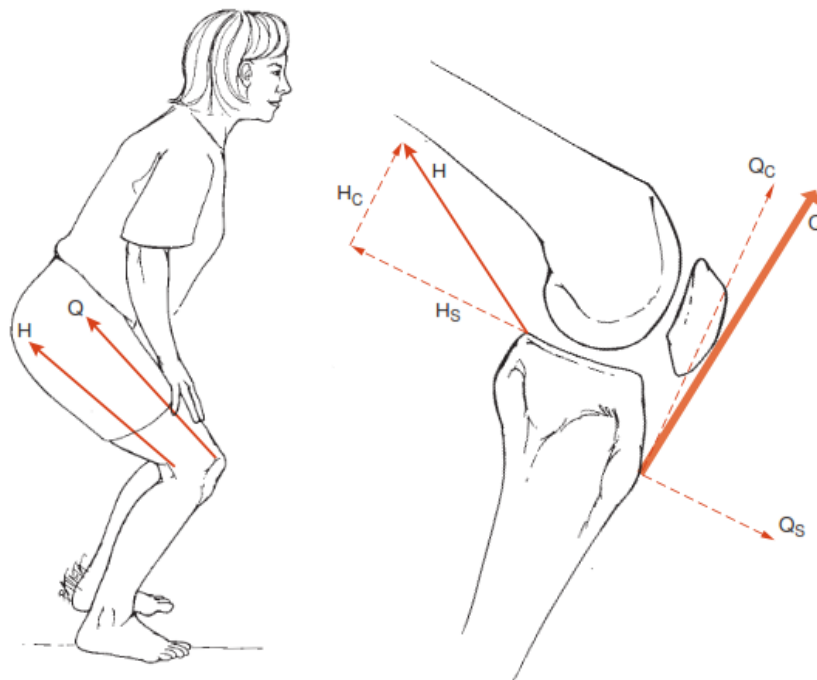


REFERENCIA: Carol A. Oatis. Kinesiology The mechanics & Pathomechanics of human movement. 2009.

ANEXO 16

Co-contracción de los músculos en la rodilla

Durante la co-contracción de la cuádriceps y isquiotibiales, el tirón de la isquiotibiales (H) aplica una fuerza de corte posterior (HS) que protege el ACL de la fuerza de corte del cuádriceps (QS). Q es la fuerza del músculo cuádriceps y HC y QC son los componentes compresivos del isquiotibial y fuerza muscular cuádriceps, respectivamente.

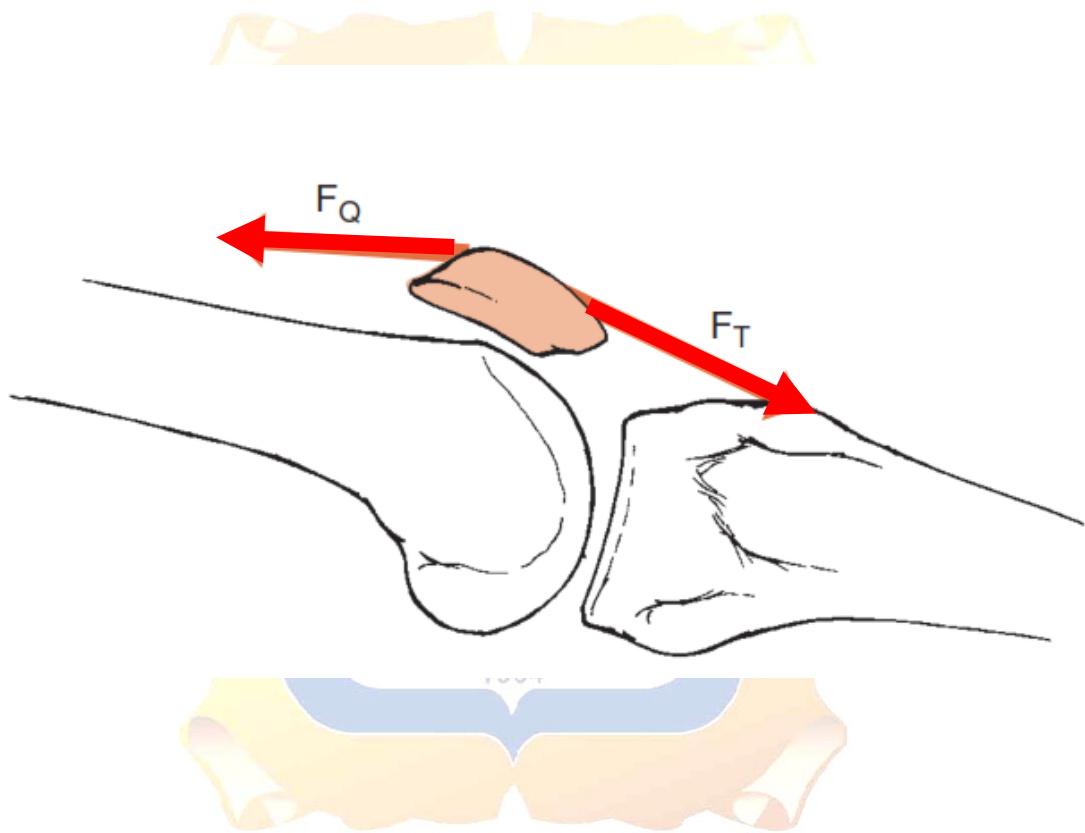


REFERENCIA: Carol A. Oatis. Kinesiology The mechanics & Pathomechanics of human movement. 2009.

ANEXO 17

Fuerzas y tensiones en la articulación femorrotuliana

Es una simplificación justificable suponer que el tirón del tendón del cuádriceps (F_Q) y el tendón rotuliano (F_T) son iguales, porque la rótula actúa de manera similar a una polea para el complejo cuádriceps.



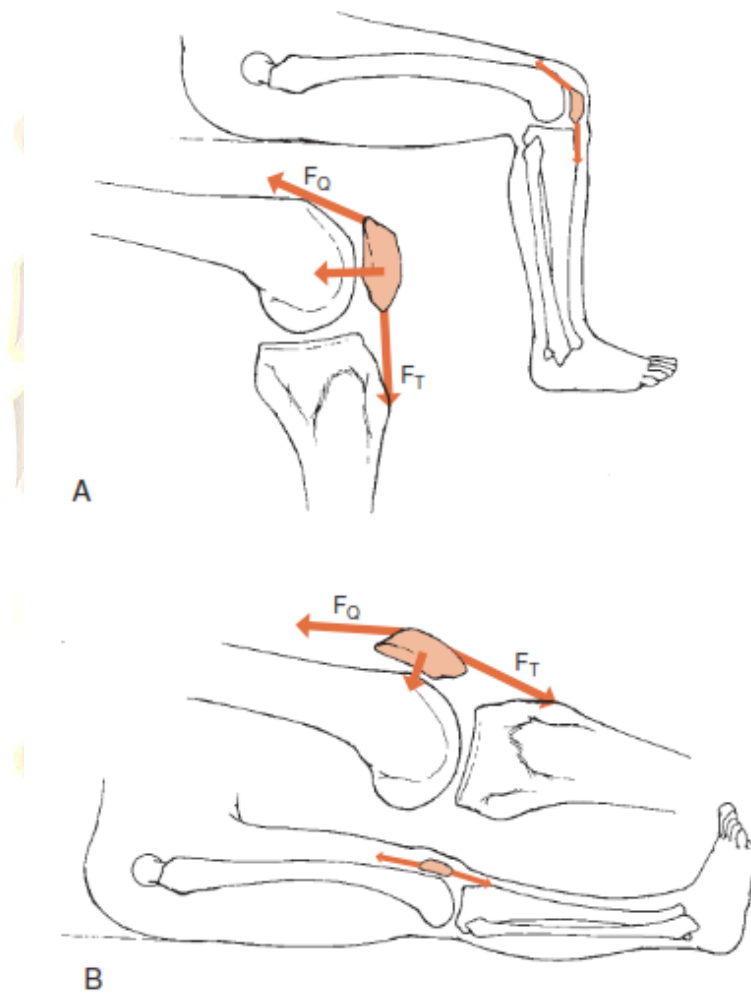
REFERENCIA: Carol A. Oatis. Kinesiology The mechanics & Pathomechanics of human movement. 2009.

ANEXO 18

Fuerzas y tensiones en la articulación femorrotuliana

A. Cuando la rodilla está flexionada, las fuerzas del mecanismo extensor (F_Q y F_T) empujan la rótula hacia el fémur.

B. Cuando la rodilla está extendida, las fuerzas del mecanismo extensor empujan la rótula casi paralela al fémur.



REFERENCIA: Carol A. Oatis. Kinesiology The mechanics & Pathomechanics of human movement. 2009.

ANEXO 19

Examen Físico

Se observa una prominencia y tumefacción sobre el tubérculo anterior de la tibia.

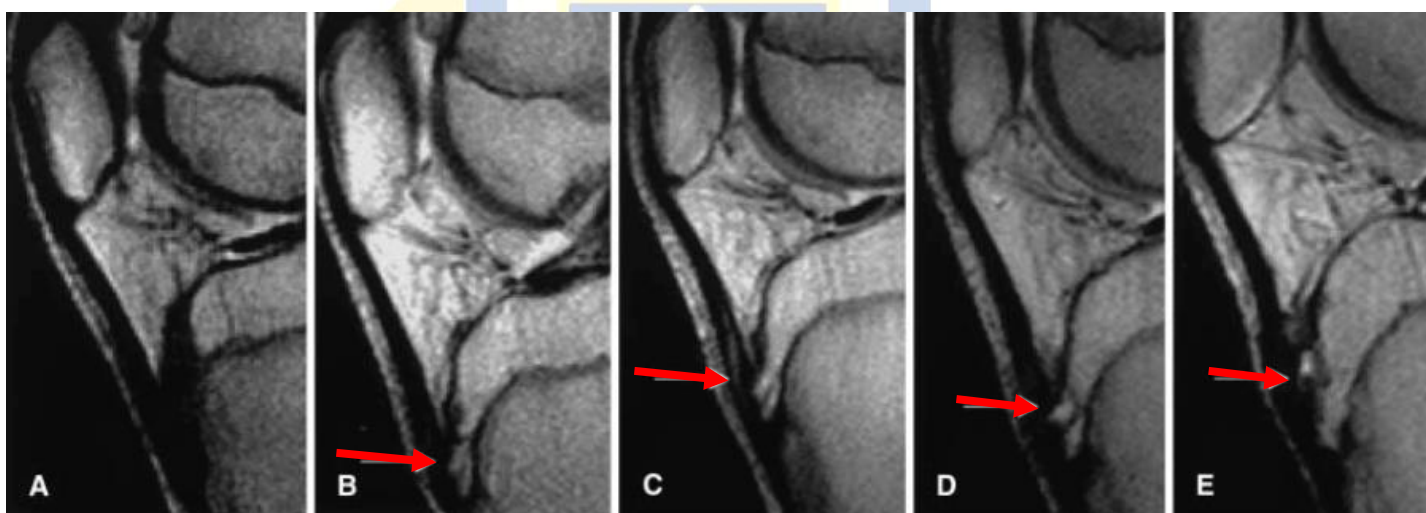


REFERENCIA: Roberto Galván Lizárraga & Mario Martínez Villalobos.
Enfermedad de Osgood-Schlatter. 2007 Abr.-Jun. Vol 3 (5)

ANEXO 20

Resonancia magnética de la enfermedad de Osgood-Schlater

Un estudio de caso típico de la progresión de la EOS en un niño activo durante un período de 2 años. (A) A los 10 años de edad, el desarrollo de la tuberosidad tibial estaba en la etapa cartilaginosa y normal. (B) A los 11 años de edad, esta imagen mostró que una lágrima había aparecido en el centro de osificación secundaria (flecha) y el desarrollo de la tuberosidad tibial estaba en la etapa apofisaria. (C) Después de 1 mes, la imagen de RM mostró una capa abierta como separación (flecha) y la enfermedad había avanzado a la etapa progresiva. El crecimiento de la tuberosidad tibial había ingresado en la epífisis escenasario. La intensidad de la señal alta apareció dentro del tendón rotuliano. (D) Después de 2 meses, la imagen de RM mostró que una parte avulsionada anterior había sido separado (flecha). (E) A los 12 años de edad, el osículo se había movido más hacia arriba (flecha).



REFERENCIA: Uzunov V. The Pathophysiology and Rehabilitation of Osgood-Schlatter Syndrome. 2015.

ANEXO 21

Escala de LEFS

Escala Funcional De La Extremidad Inferior

Por favor de una respuesta por cada una de las actividades.

En el día de hoy, tiene o tendría alguna dificultad

realizando alguna de las siguientes actividades:

Nombre del Paciente: _____ Fecha: _____

	Actividades	Dificultad extrema o incapaz de realizar la actividad	Mucha dificultad	Dificultad Moderada	Un poco de Dificultad	Ninguna Dificultad
1	Alguna parte de su trabajo habitual, quehaceres domésticos, o actividades escolares.	0	1	2	3	4
2	Sus pasatiempos usuales, actividades recreativas o deportivas.	0	1	2	3	4
3	Entrando o saliendo de la tina.	0	1	2	3	4
4	Caminando de una habitación o otra.	0	1	2	3	4
5	Poniéndose los zapatos o medias.	0	1	2	3	4
6	Poniéndose en cuclillas.	0	1	2	3	4
7	Levantando un objeto, por ejemplo, una bolsa de compras de supermercado del piso.	0	1	2	3	4
8	Realizando actividades pesadas en su casa.	0	1	2	3	4
9	Realizando actividades pesadas en su casa.	0	1	2	3	4
10	Subiéndose o bajándose de un carro.	0	1	2	3	4
11	Caminando dos cuadras.	0	1	2	3	4
12	Caminando una milla.	0	1	2	3	4
13	Subiendo o bajando 10 peldaños de una escalera.	0	1	2	3	4
14	Estando parado por una hora.	0	1	2	3	4
15	Estando sentado por una hora.	0	1	2	3	4
16	Corriendo sobre terreno plano.	0	1	2	3	4
17	Corriendo sobre terreno irregular.	0	1	2	3	4
18	Haciendo vueltas agudas mientras corre rápidamente.	0	1	2	3	4
19	Saltando.	0	1	2	3	4
20	Volteándose en la cama.	0	1	2	3	4

Reprinted from Binkley, J., Stratford, P., Lott, S., Riddle, D., & The North American Orthopaedic Rehabilitation Research Network. The Lower Extremity Functional Scale: Scale development, measurement properties, and clinical application. *Physical Therapy*, 1999, 79, 4371-383, with permission of the American Physical Therapy Association.

Therapist Use Only

SCORE: _____/80

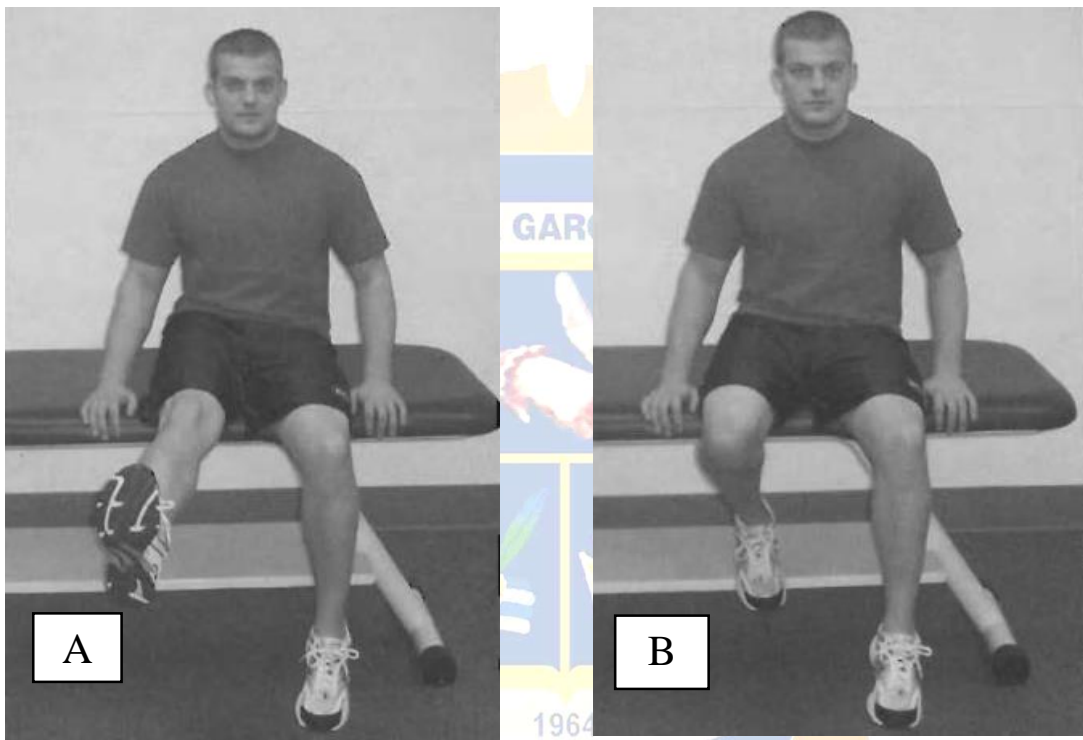
Minimum Level of Detachable Change (90% Confidence): 9 Points

ANEXO 22

Rango de movimiento activo

A. Extensión activa de la rodilla fisiológica en sentado.

B. Flexión fisiológica activa de la rodilla en la sesión



REFERENCIA: Chad E. Cook, Pt, PhD, MBA,OCS,COMT. Orthopedic manual therapy an Evidence- Based Approach.

ANEXO 23

Flexión fisiológica de la rodilla



REFERENCIA: Chad E. Cook, Pt, PhD, MBA,OCS,COMT. Orthopedic manual therapy an Evidence- Based Approach.

ANEXO 24

Flexión de la rodilla con abducción y aducción.



REFERENCIA: Chad E. Cook, Pt, PhD, MBA,OCS,COMT. Orthopedic manual therapy an Evidence- Based Approach.

ANEXO 25

Extensión fisiológica pasiva



REFERENCIA: Chad E. Cook, Pt, PhD, MBA,OCS,COMT. Orthopedic manual therapy an Evidence- Based Approach.

ANEXO 26

Extensión de la rodilla con aducción y abducción

ABDUCCIÓN



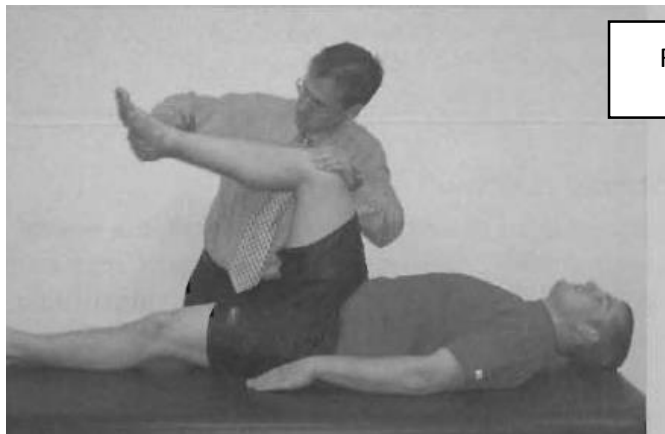
ADUCCIÓN



REFERENCIA: Chad E. Cook, Pt, PhD, MBA,OCS,COMT. Orthopedic manual therapy an Evidence- Based Approach.

ANEXO 27

Rotación interna y externa de la tibia



ROTACIÓN INTERNA



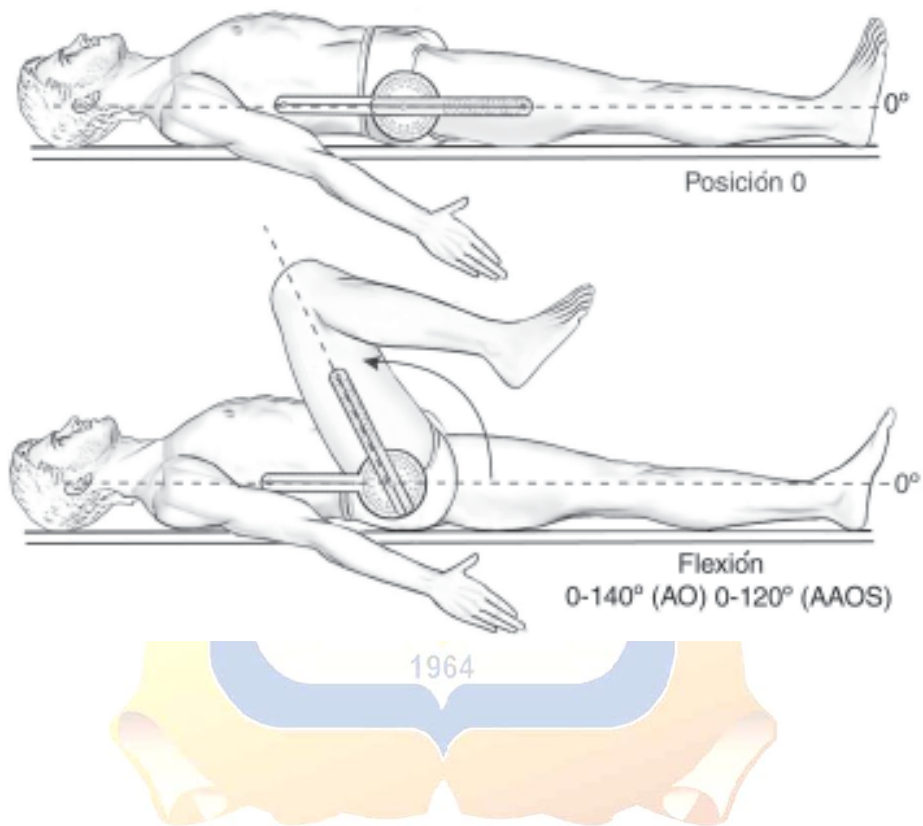
ROTACIÓN EXTERNA

REFERENCIA: Chad E. Cook, Pt, PhD, MBA,OCS,COMT. Orthopedic manual therapy an Evidence- Based Approach.

ANEXO 28

Goniometría de la rodilla

Flexión de cadera derecha a partir de la posición 0 con la rodilla en flexión (paciente en decúbito dorsal).

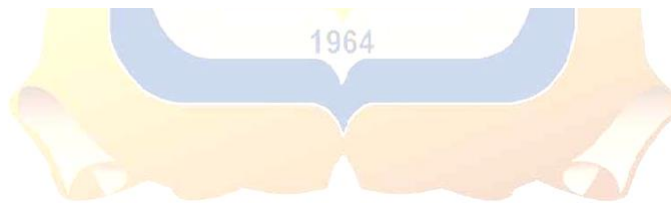
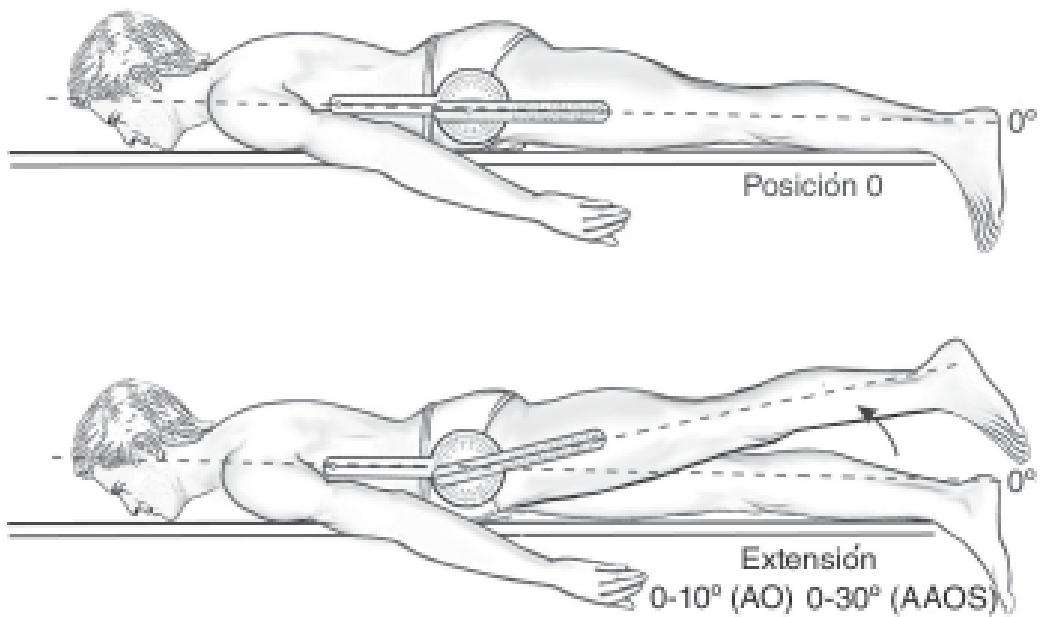


REFERENCIA: Claudio H. Taboadela. Goniometria. 1a ed. Buenos aires, 2007

ANEXO 29

Goniometría de la rodilla

Extensión de cadera izquierda a partir de la posición 0 (paciente en decúbito ventral).



REFERENCIA: Claudio H. Taboadela. Goniometría. 1a ed. Buenos aires, 2007

ANEXO 30

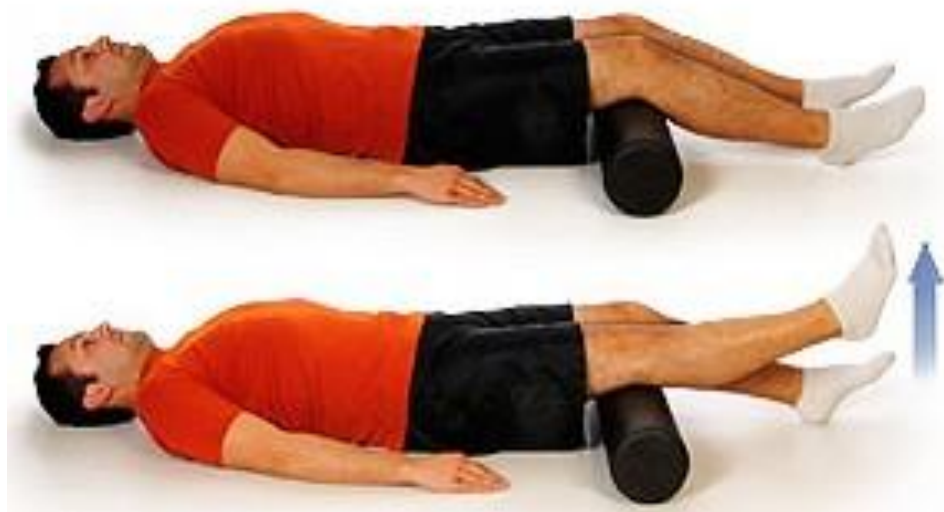
Elevación de la pierna estirada al frente



REFERENCIA: Dr. Jose Fernando Aroca Celi. Incidencia de la enfermedad Osgood-Schlatter en los adolescentes de la escuela de futbol, fuerza amarilla de la ciudad de machala 2013.

ANEXO 31

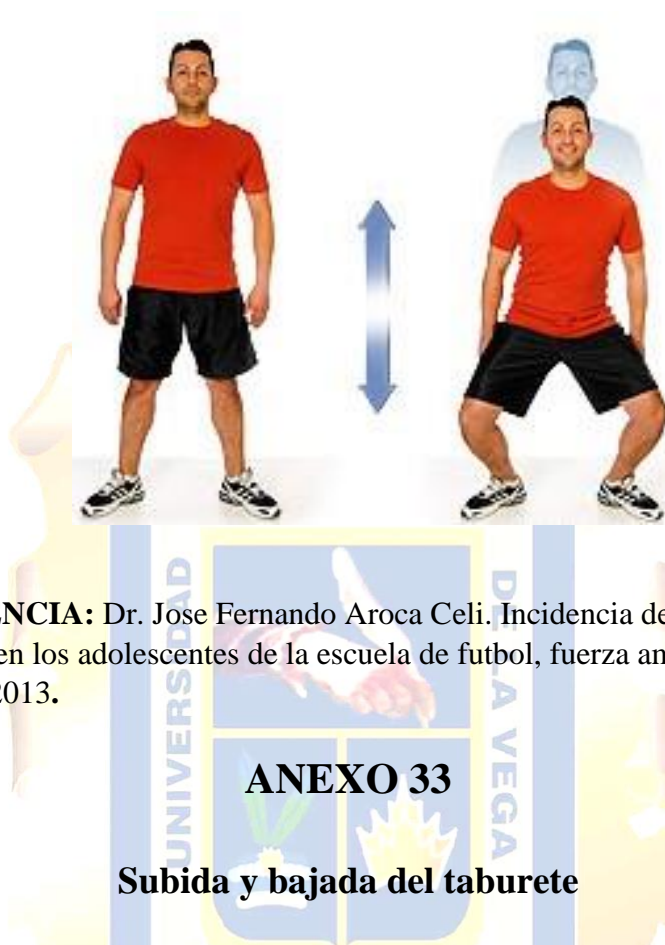
Arcos para el cuádriceps



REFERENCIA: Dr. Jose Fernando Aroca Celi. Incidencia de la enfermedad Osgood-Schlatter en los adolescentes de la escuela de futbol, fuerza amarilla de la ciudad de machala 2013.

ANEXO 32

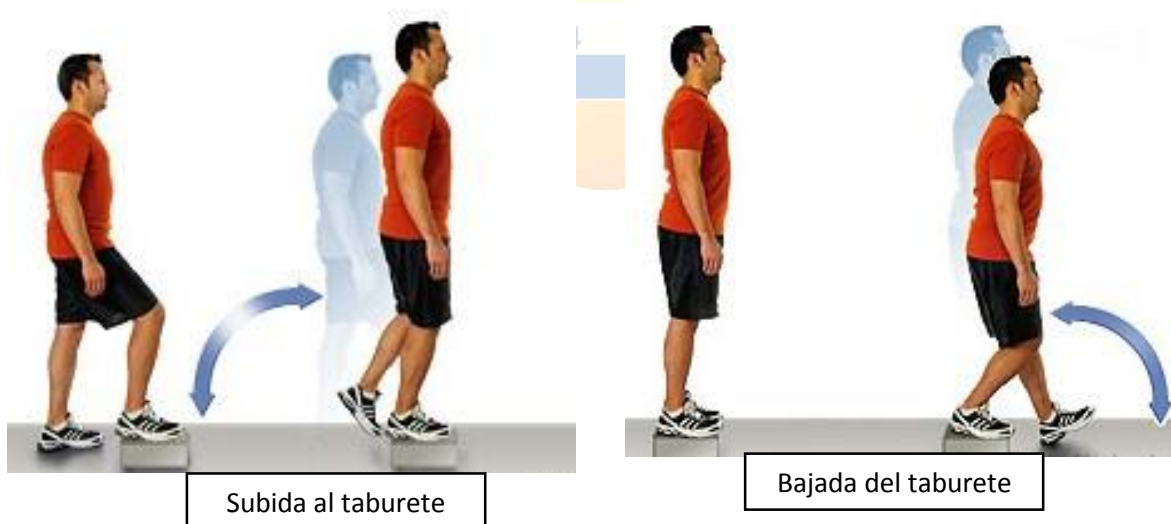
Medias cuclillas con las rodillas y los pies en ángulo hacia el costado



REFERENCIA: Dr. Jose Fernando Aroca Celi. Incidencia de la enfermedad Osgood-Schlatter en los adolescentes de la escuela de futbol, fuerza amarilla de la ciudad de machala 2013.

ANEXO 33

Subida y bajada del taburete



REFERENCIA: Dr. Jose Fernando Aroca Celi. Incidencia de la enfermedad Osgood-Schlatter en los adolescentes de la escuela de futbol, fuerza amarilla de la ciudad de machala 2013.

ANEXO 34

Extensión de la rodilla



REFERENCIA: Dr. Jose Fernando Aroca Celi. Incidencia de la enfermedad Osgood-Schlatter en los adolescentes de la escuela de futbol, fuerza amarilla de la ciudad de machala 2013.

ANEXO 35

Paciente presiona el rodillo



REFERENCIA: Dr. Jose Fernando Aroca Celi. Incidencia de la enfermedad Osgood-Schlatter en los adolescentes de la escuela de futbol, fuerza amarilla de la ciudad de machala 2013.

ANEXO 36

Elevación de la rodilla con rodillo



REFERENCIA: Dr. Jose Fernando Aroca Celi. Incidencia de la enfermedad Osgood-Schlatter en los adolescentes de la escuela de futbol, fuerza amarilla de la ciudad de machala 2013.

ANEXO 37

Elevación de la pierna



REFERENCIA: Dr. Jose Fernando Aroca Celi. Incidencia de la enfermedad Osgood-Schlatter en los adolescentes de la escuela de futbol, fuerza amarilla de la ciudad de machala 2013.

ANEXO 38

Ejercicio con banda elástica



DISPONIBLE EN: <https://www.efisioterapia.net/articulos/protocolo-ejercicios-el-dolor-rodilla>

ANEXO 39

Ejercicio con banda elástica



DISPONIBLE EN: <https://www.efisioterapia.net/articulos/protocolo-ejercicios-el-dolor-rodilla>

ANEXO 40

Ejercicio con pelota fisioterapéutica



REFERENCIA: Dr. Jose Fernando Aroca Celi. Incidencia de la enfermedad Osgood-Schlatter en los adolescentes de la escuela de futbol, fuerza amarilla de la ciudad de machala 2013.

ANEXO 41

Ejercicio con pelota fisioterapéutica



REFERENCIA: Dr. Jose Fernando Aroca Celi. Incidencia de la enfermedad Osgood-Schlatter en los adolescentes de la escuela de futbol, fuerza amarilla de la ciudad de machala 2013.

ANEXO 42

Ejercicio unipodal



REFERENCIA: Dr. Jose Fernando Aroca Celi. Incidencia de la enfermedad Osgood-Schlatter en los adolescentes de la escuela de futbol, fuerza amarilla de la ciudad de machala 2013.

