

CADENAS MUSCULARES: MEDICINA BASADA EN LA EVIDENCIA

LA INTERDEPENDENCIA REGIONAL A NIVEL
DEL MIEMBRO INFERIOR

PIE



Escuela de
Osteopatía
de Madrid
Internacional



INTERDEPENDENCIA REGIONAL

La premisa subyacente de este modelo es que las alteraciones aparentemente no relacionadas en regiones anatómicas remotas del cuerpo pueden contribuir y estar asociadas con el síntoma primario de un paciente.

La implicación clínica de esta premisa es que las intervenciones dirigidas a una región del cuerpo a menudo tendrán efectos en áreas remotas y aparentemente no relacionadas (Sueki et al., 2013).

El modelo revisado de interdependencia regional presentado por Bialosky et al. (2009) sugiere que los flujos biomecánicos en una ubicación del cuerpo, distante del sitio primario de dolor, podría producir una cascada de efectos neurofisiológicos que conducen a una reducción del dolor en el sitio primario.



INTERDEPENDENCIA REGIONAL

Un enfoque de interdependencia regional para el tratamiento se basa en el concepto de que la resolución de deficiencias en segmentos interrelacionados puede ser beneficioso para el área sintomática (Wong et al., 2018).

Existe un creciente cuerpo de literatura (Wainner et., 2007; Cleland et al., 2005; Currier et al., 2007; Mintken et al., 2010; Souza et al., 2009; Strunce et al., 2009) que demuestra que las intervenciones aplicadas a una región anatómica pueden influir en el resultado y la función de otras regiones del cuerpo que aparentemente no están relacionadas.



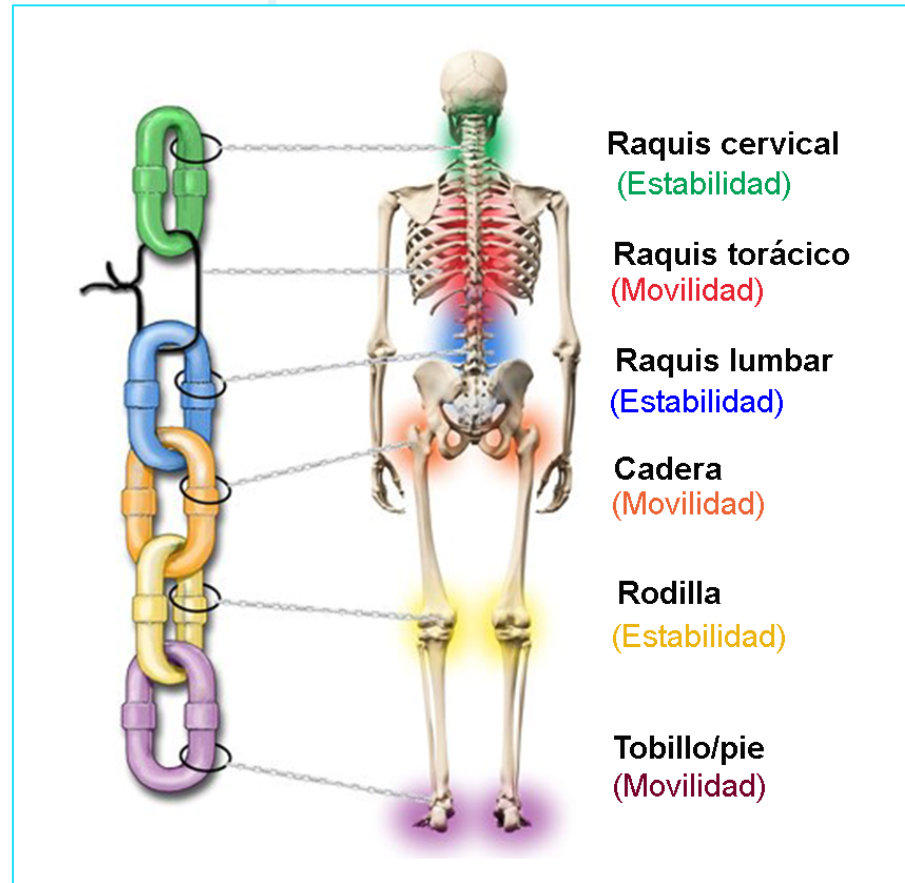
INTERDEPENDENCIA REGIONAL

El concepto de interdependencia regional propone que:

- Respuesta(s) a un trastorno o condición y los resultados clínicos asociados no se limitan a regiones locales y adyacentes del cuerpo, sino que pueden implicar una respuesta neuromusculoesquelética que puede estar más extendida.
- Múltiples sistemas responden al deterioro y pueden influir en la función del sistema neuro-músculo-esquelético y síntomas asociados.
- ***La respuesta a cualquier trastorno o afección no se limita a las regiones locales y adyacentes del cuerpo, sino que puede implicar una respuesta neuromusculoesquelética que puede estar más extendida.***



INTERDEPENDENCIA REGIONAL



Múltiples sistemas responden al deterioro y pueden influir en la función del sistema musculoesquelético.

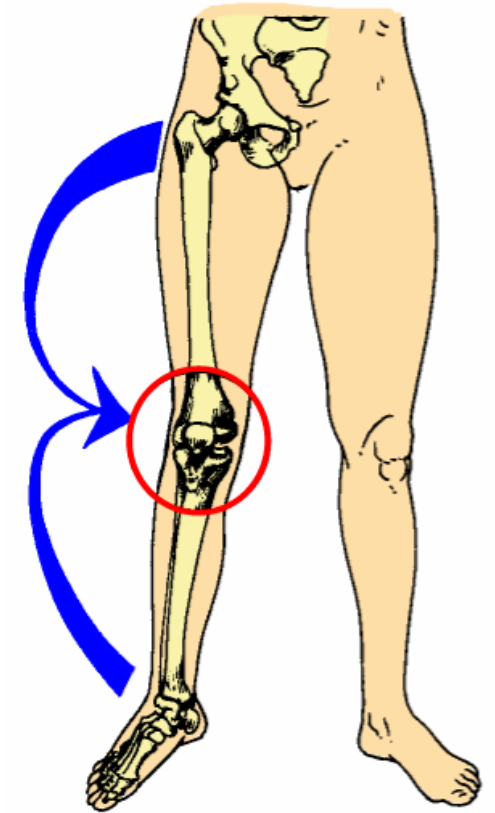
LESIONES DE MIEMBROS INFERIORES Y CADENAS MUSCULARES

Se ha demostrado que en la cadena cinética del miembro inferior las lesiones de la fascia plantar, del tendón de Aquiles, los gemelos, la fascia poplítea, los isquiotibiales, etc., se producen cuando no se da una correcta activación de la región proximal de la cadena cinética (aponeurosis y musculatura lumbar, pélvica y coxofemoral)

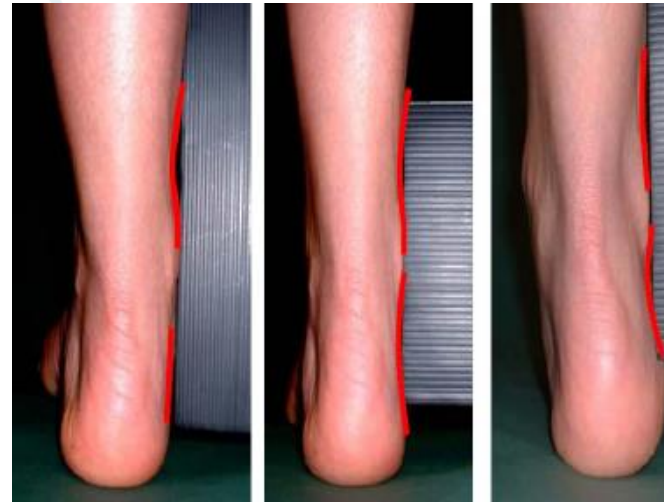
(Baratta et al., 1988; Simonsen, 2014; Nadler, 2002-2000; Mascal et al., 2003)

En la misma línea, las alteraciones funcionales en cadera, tobillo y pie se relacionan con el síndrome patelofemoral

(Molgaard et al., 2011)

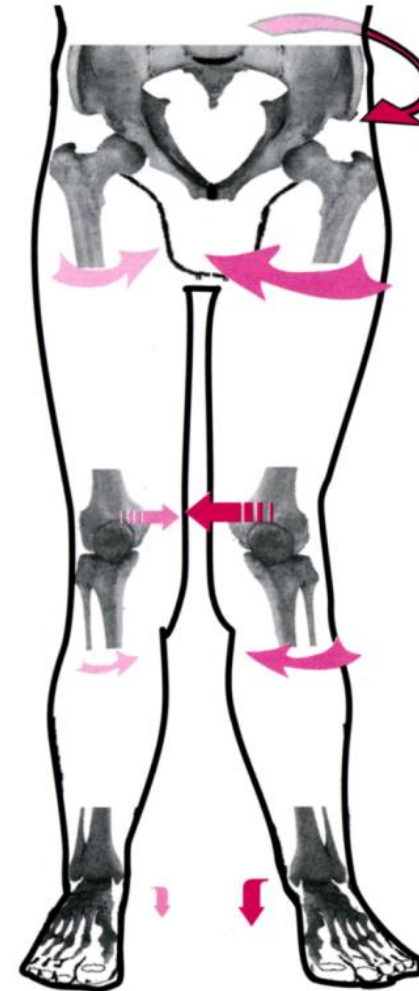


- El índice postural del pie, la caída navicular normalizada y el ángulo calcáneo en relación con la posición neutra subtalar, son medidas sensibles y fiables para valorar el riesgo de síndrome patelofemoral.



Los pacientes con
síndrome patelofemoral
presentan mayor hipermovilidad
podal e hiperpronación en relación
el grupo control
(Barton et al., 2010)

Se observa compresión
del compartimento externo fémoro-
tibial y desviación interna de la
rótula.



- Se ha demostrado que el riesgo de lesión en los miembros inferiores es mucho menor si los rotadores de cadera y la musculatura glútea y lumbar son fuertes

(Ireland et al., 2003; Robinson-Nee, 2007; Magalhaes et al., 2010; Emamvirdi et al., 2019)

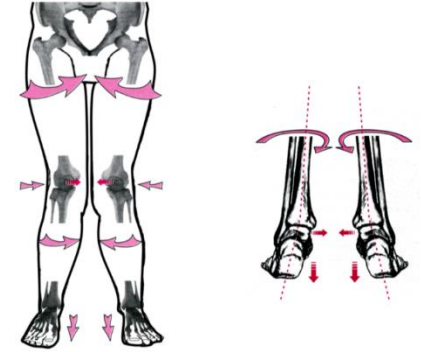


Se ha demostrado una fuerte correlación entre la pronación del pie y la rotación interna de la cadera, así como con la supinación del pie y la rotación externa de la cadera.

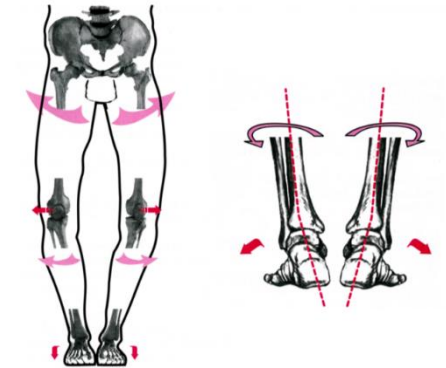
(Souza et al., 2009).

Igualmente, un valgo de calcáneo se asocia a un valgo de rodilla del mismo lado, con rotación interna del fémur, anteversión de la hemipelvis y pérdida de altura de ese miembro inferior.

(Ceccaldi & Moreau, 1975)



- Valgo de calcáneo.
- Rotación interna de cadera y rodilla.
- Tendencia al flexum de cadera y rodilla.
- Valgo de rodillas y compresión compartimientos externos.
- Desviación interna de las rótulas.



- Varo de calcáneo.
- Rotación externa de cadera y rodilla.
- Varo de rodilla y compresión compartimientos internos.
- Desviación externa de las rótulas.
- Tendencia al recurvato de rodillas.

La fatiga muscular de la región lumbar reduce la activación del cuádriceps (Hart, 2006)

Análogamente se ha comprobado que la fatiga del cuádriceps incrementa la activación de la musculatura paravertebral lumbar (Clark et al., 2021)



Ante un aumento de tono generalizado, éste se transfiere a la totalidad de la musculatura axial, sea porque el problema proviene del pie, sea porque el problema proviene de la región craneocervical, o por una fatiga de la musculatura cuadricipital (Clark, 2021).

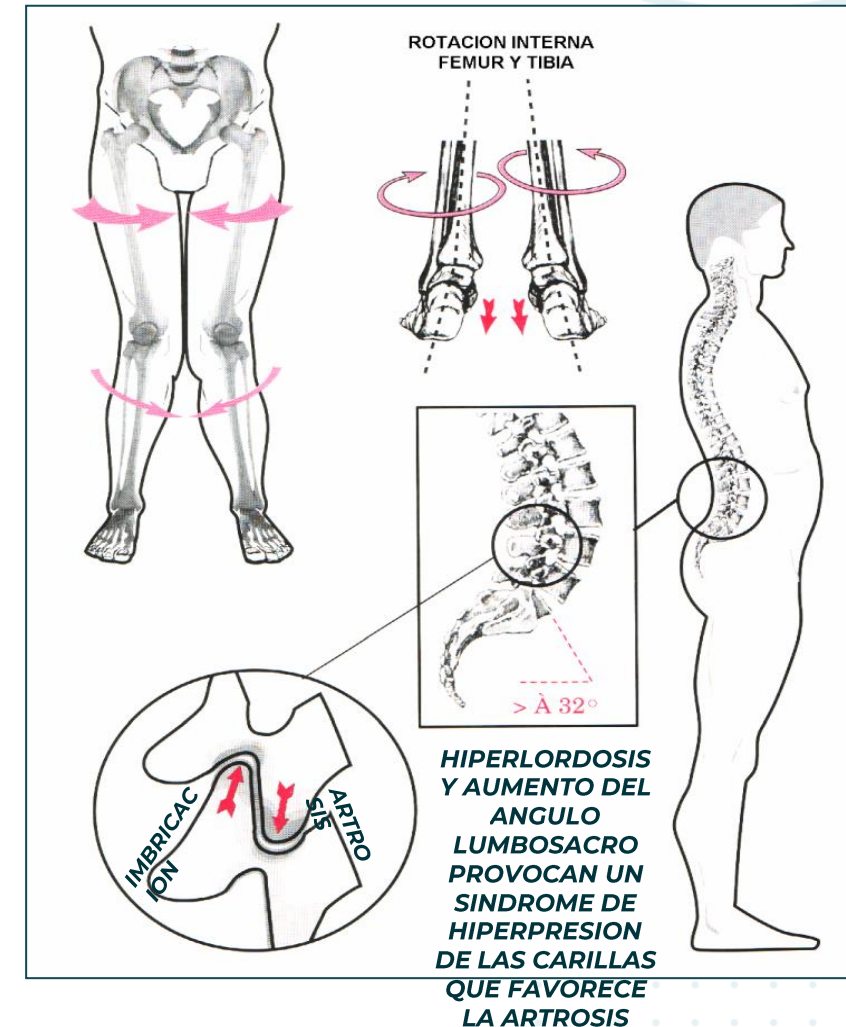
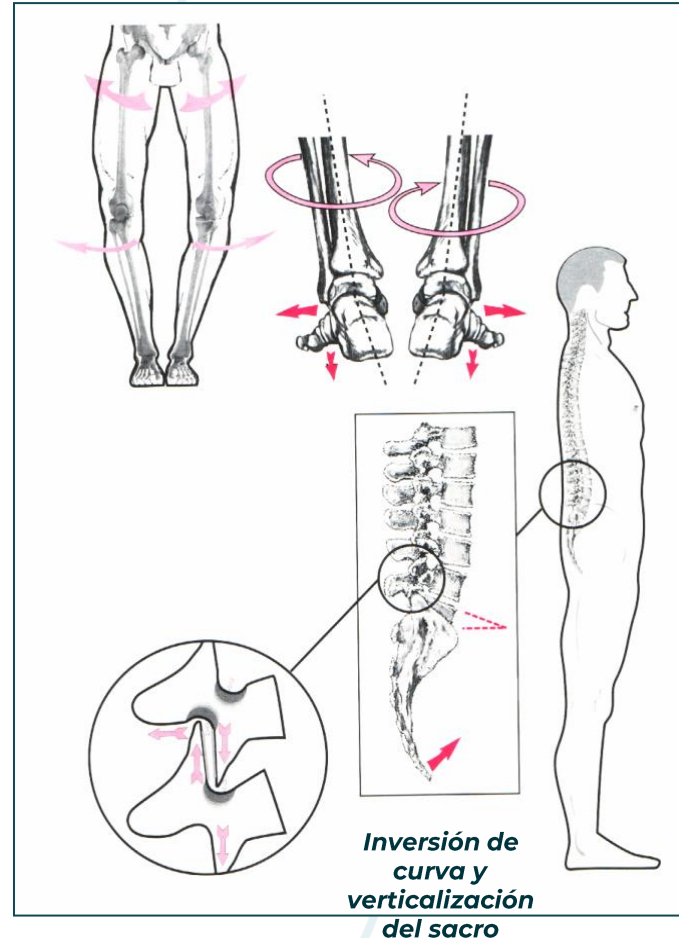
Por esto es posible detectar una actividad electromiográfica en los tres niveles (cervical, lumbar y pélvico) (Villeneuve, 1989; Bourdiol et al. 1980)



LESIONES DE MIEMBROS INFERIORES Y CADENAS MUSCULARES

Se han realizado estudios para valorar cómo se relaciona la línea de gravedad con el apoyo podal y éste, con las curvas del raquis (Schwab et al., 2006). Otros estudios vinculan el ángulo sacro con la posición podal (Lafage, 2008).

Algunos estudios encuentran una asociación entre la posición podal y pélvica justificando el concepto de cadenas cinéticas (Betsch, 2011; Duval, 2010).



Tomado y modificado de Bricot 2008

Se han realizado estudios para valorar cómo se relaciona la línea de gravedad con el apoyo podal y éste, con las curvas del raquis (Schwab et al., 2006). Otros estudios vinculan el ángulo sacro con la posición podal (Lafage, 2008).

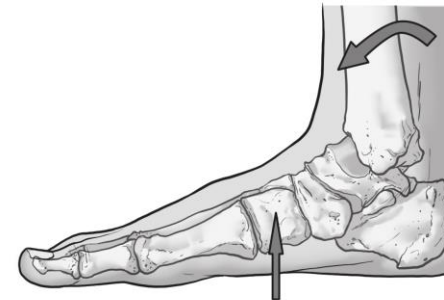
Algunos estudios encuentran una asociación entre la posición podal y pélvica justificando el concepto de cadenas cinéticas (Betsch, 2011; Duval, 2010).



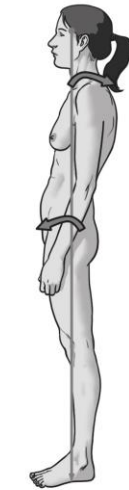
Ascenso del medio pie y posteriorización del segmento tibial



Escapulum anterior



Descenso del medio pie y anteriorización del segmento tibial



Escapulum posterior

LESIONES DE MIEMBROS INFERIORES Y CADENAS MUSCULARES. Relación cadera -rodilla

La fuerza y control neuromuscular en el glúteo medio, la fuerza en la musculatura que inclina el tronco lateralmente y el retraso en el patrón de activación del vasto interno con relación al vasto externo, están alteradas en los pacientes con síndrome fémoropatelar. (Cowan et al., 2008)

Varios estudios han mostrado que en el síndrome fémoropatelar se ha observado debilidad de los músculos de la cadera. (Robinson et al., 2007)



El trabajo a nivel miofascial y osteopático es complementario al tratamiento readaptador.

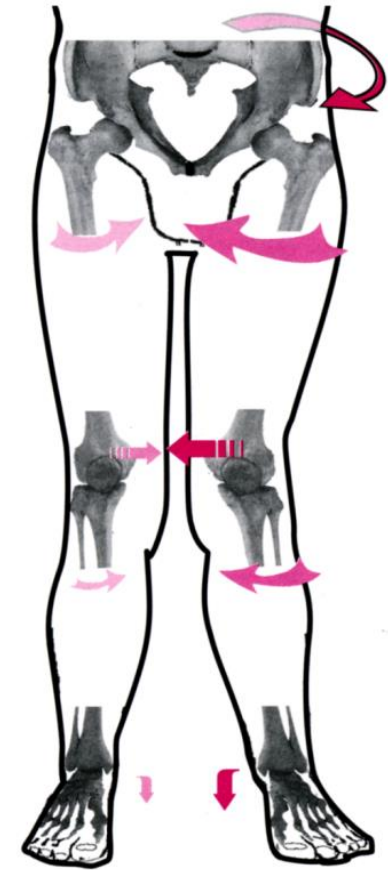
Las investigaciones transversal y prospectiva arrojan discrepancias, ya que la reducción de la fuerza de cadera puede ser resultado del síndrome patelofemoral y no la causa (Rathleff et al., 2014), por ello es todavía más importante el enfoque de interdependencia regional, el diagnóstico y el tratamiento multidisciplinar.



LESIONES DE MIEMBROS INFERIORES Y CADENAS MUSCULARES

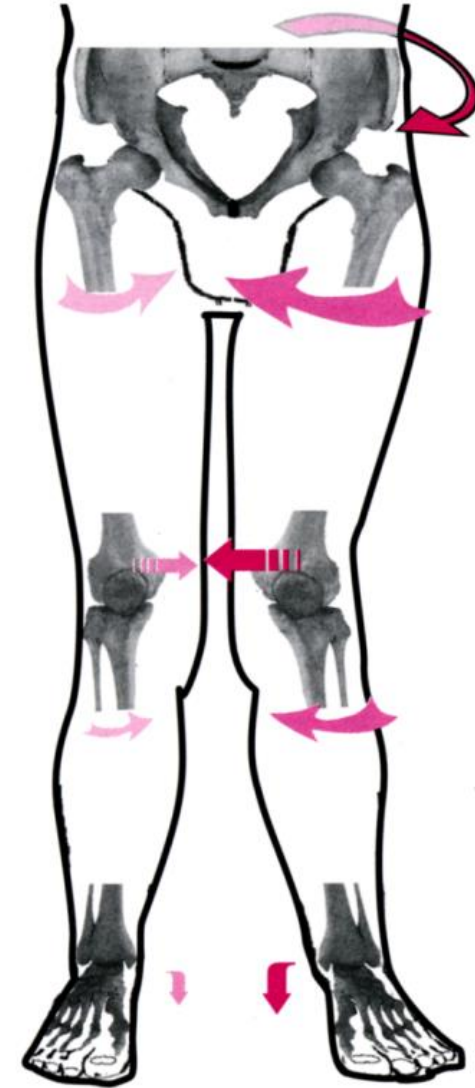
Comprender las relaciones multifactoriales entre la fuerza articular de la cadera, el rango de movimiento, la cinética/ cinemática y varias patologías de la rodilla a lo largo de la vida de un individuo, implica entender la interdependencia entre las articulaciones de cadera y rodilla.

(Reinman et al., 2009)



- Los patrones de movimiento de la extremidad inferior consistentes en una excesiva aducción femoral y un valgo excesivo de rodilla, se consideran un factor de riesgo para el síndrome de dolor fémoro-patelar y las lesiones del ligamento cruzado anterior sin impacto.

(Hewett et al., 2005; Mascal et al., 2003)

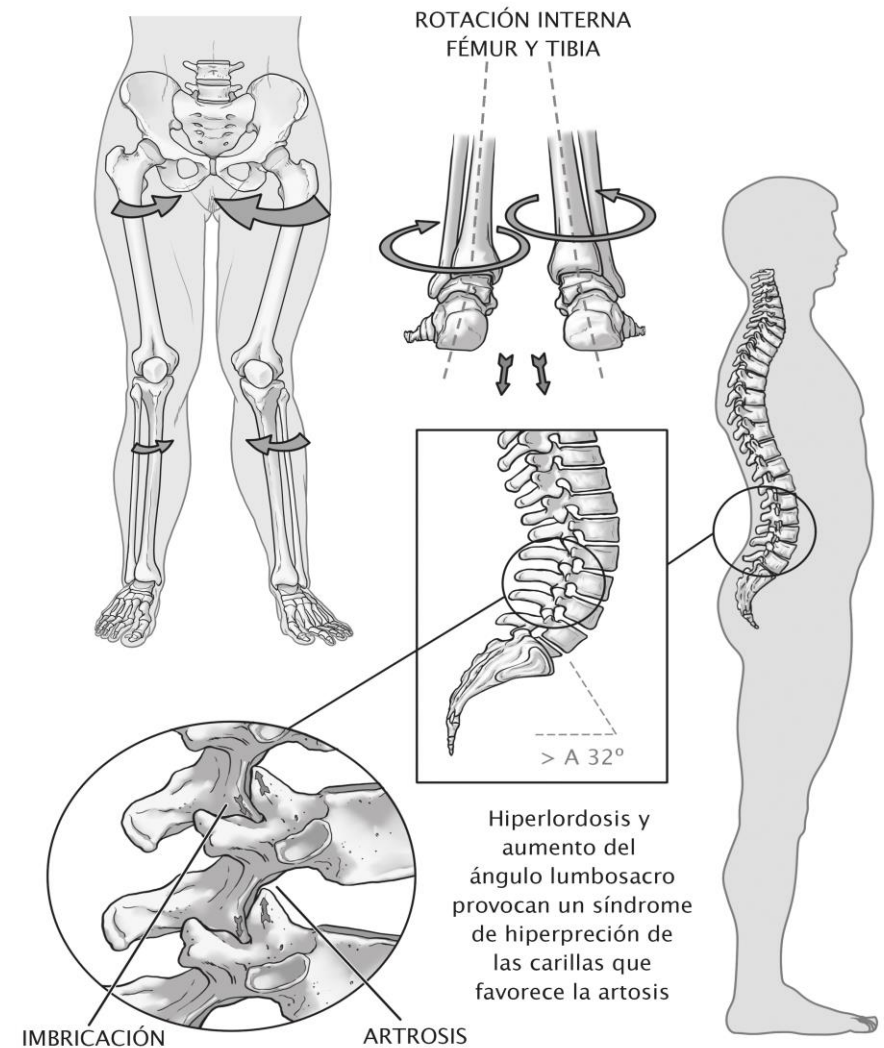


LESIONES DE MIEMBROS INFERIORES Y CADENAS MUSCULARES. Relación pie-rodilla-cadera

El valgo de rodilla y cadera se relacionan con el síndrome femoropatelar, así como con el equilibrio plantar.

(Noehren et al., 2013; Kisacik et al., 2021)

Repercusiones de un vago bilateral simétrico de calcáneos sobre la postura modificado de Bricot (2008).

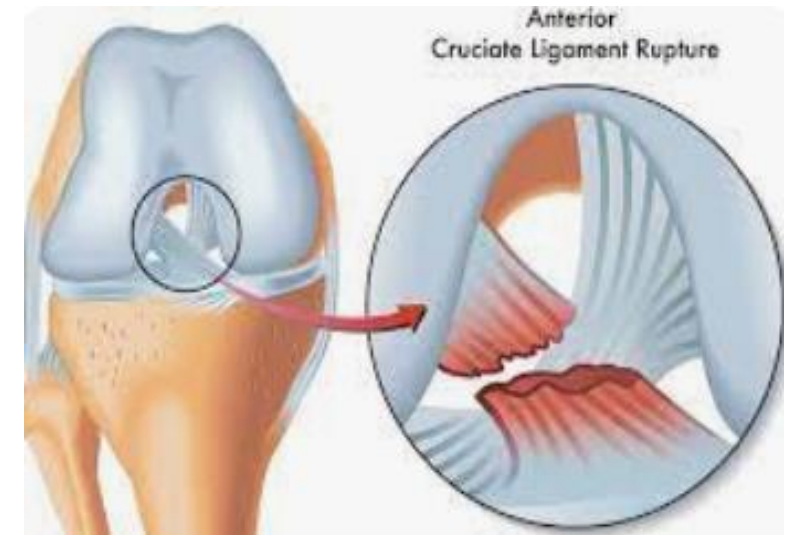


Repercusiones de un valgo bilateral simétrico de calcáneos sobre la postura modificado de Bricot (2008)



La caída del escafoides tarsiano y la excesiva pronación del pie se relacionan con las lesiones del ligamento cruzado anterior debido a que aumentan la rotación interna de la tibia y el valgo de rodilla.

(Allen & Glasoe, 2000; Claiborne et al., 2006)



La hiperpronación de la articulación subastragalina se asocia a lesiones del ligamento anterior sin impacto.

(Trimble et al., 2002)

Hay evidencia de que las alteraciones del movimiento en la cadera pueden ser la base de lesiones tales como desgarros del ligamento cruzado anterior, síndrome de banda iliotibial, y dolor articular patelofemoral. (Powers, 2010)



LESIONES DE MIEMBROS INFERIORES Y CADENAS MUSCULARES: Relación tobillo cadera

La reducción de la dorsiflexión del tobillo es un factor de riesgo importante en la génesis de alteraciones biomecánicas en la rodilla.

(Rabin et al., 2010)



Aquellos sujetos con peor rango de movimiento en dorsiflexión exhiben patrones de motricidad en cadera y rodilla aberrantes. Los sujetos con rango de movilidad de tobillo con valores normales tienen patrones de motricidad fisiológicos, mientras que aquellos sujetos con movilidad normal de tobillo y debilidad en los músculos de la cadera presentan patrones de motricidad patológicos.

(Rabin, 2014; Rabin, 2016; Bell et al., 2016).



El descentrado de los ejes de la rodilla a causa de un varo o valgo del pie, obliga a la articulación de la rodilla a aumentar el varo o valgo de ésta.

Esta posición hace que durante la flexión-extensión de la rodilla, la tróclea se desplace adentro o afuera del eje central, lo que aumenta las presiones en una faceta u otra de la cara posterior de la rótula.

Habitualmente se asocia una patela alta por pérdida de extensibilidad del recto anterior del cuádriceps, mantenido por un desequilibrio hacia la retroversión pélvica que agrava el fenómeno, la sensibilización central y periférica perenniza el dolor: este es un ejemplo clásico de cadena lesional del miembro inferior.



Relaciones pelvis-cadera-columna lumbar-pie

La cadera es un factor distal que condiciona los problemas a nivel lumbar en línea con el concepto de interdependencia regional (Reinman et al., 2009).

La co-contracción de la musculatura inervada por L5 y la musculatura del tronco activada, limitan la flexión de tronco (un patrón motor vinculado con el riesgo de lesión de ligamento cruzado anterior) (Blackburn- Padua, 2009), absorben energía durante el contacto del pie en el suelo y reducen el riesgo de lesión en la rodilla (Jamison et al., 2013).

La activación de la musculatura de la pelvis dependiente de la correcta movilidad de sus segmentos, proporciona un 26% más de fuerza en flexión plantar del tobillo (van Ingen et al., 1987).

Salsich GB, Perman WH.
Patellofemoral joint contact area is
influenced by tibiofemoral rotation
alignment in individuals who have
patellofemoral pain. J Orthop Sports
Phys Ther. 2007 Sep;37(9):521-8. doi:
10.2519/jospt.2007.37.9.521. PMID:
17939611.

ENFOCAR EL TRATAMIENTO ,
TAMBIÉN , EN EL DOLOR
PATELOFEMORAL, EN LOS
FACTORES QUE CONTROLAN LA
ROTACIÓN FÉMOROTIBIAL , ES
CLAVE , EN EL TRATAMIENTO DEL
DOLOR PATELOFEMORAL..



Schwab F, Lafage V, Boyce R, Skalli W, Farcy JP. Gravity line analysis in adult volunteers: age-related correlation with spinal parameters, pelvic parameters, and foot position. Spine (Phila Pa 1976). 2006 Dec 1;31(25):E959-67. doi: 10.1097/01.brs.0000248126.96737.0f. PMID: 17139212

EL ENVEJECIMIENTO LLEVA A UN INCREMENTO DE LA CIFOSIS TORÁCICA, A UNA PROYECCIÓN ANTERIOR DE LA LÍNEA DE GRAVEDAD EN RELACIÓN A C7, UN INCREMENTO DEL DESPLAZAMIENTO POSTERIOR PÉLVICO Y A UNA SOBRECARGA SOBRE LA VENDA GASTROPLANTAR. ESTO INCREMENTA LA RIGIDEZ EN PIE.



Bazett-Jones DM, Cobb SC, Huddleston WE, O'Connor KM, Armstrong BS, Earl-Boehm JE. Effect of patellofemoral pain on strength and mechanics after an exhaustive run. Med Sci Sports Exerc. 2013 Jul;45(7):1331-9. doi: 10.1249/MSS.0b013e3182880019. PMID: 23377834.

LA FATIGA MUSCULAR REDUCE LA FUERZA EN LA ARTICULACIÓN COXOFEMORAL Y FAVORECE ESTRATEGIAS DE CADERA.



Interdependencia PIE-RODILLA:

LOS PACIENTES CON DOLOR
PATELOFEMORAL
INCREMENTAN LA ADUCCIÓN
DE CADERA Y LA PRONACIÓN
DEL PIE + VALGO DE
CALCÁNEO, SE DEBILITA LA
MUSCULATURA GLÚTEA.

Mirzaie G, Kajbafvala M, Rahimi
A, Manshadi FD, Kalantari KK.
Altered Hip Mechanics and
Patellofemoral Pain. A Review of
Literature. Ortop Traumatol
Rehabil. 2016 May 5;18(3):215-221.
doi: 10.5604/15093492.1212855.
PMID: 28157077.

HIPO- HIPERMOVILIDAD EN PIE EN PACIENTES CON SÍNDROME FÉMORO- PATELAR:

Wyndow N, Collins NJ, Vicenzino B, Tucker K, Crossley KM. Foot and ankle characteristics and dynamic knee valgus in individuals with patellofemoral osteoarthritis. J Foot Ankle Res. 2018 Dec 11;11:65. doi: 10.1186/s13047-018-0310-1. PMID: 30559838; PMCID: PMC6290542.

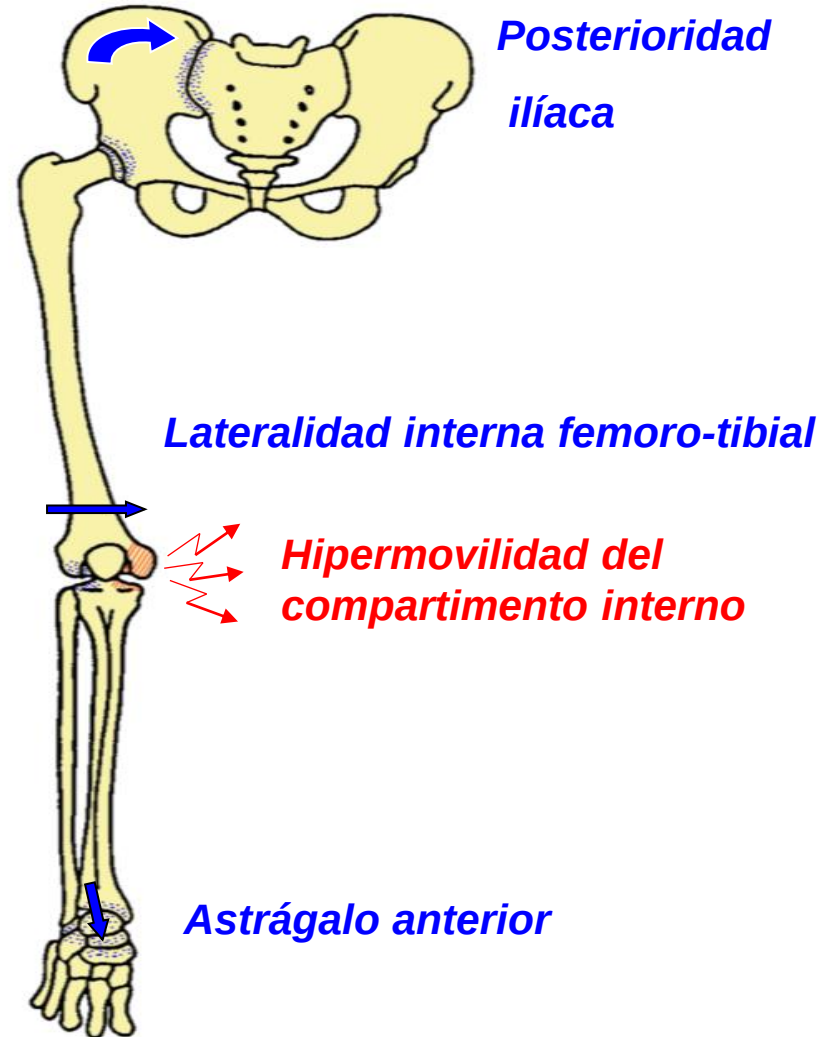
LOS INDIVIDUOS CON SÍNDROME PATELOFEMORAL TIENEN MENOR MOVILIDAD EN DORSIFLEXIÓN DEL TOBILLO (HIPOMOV TIBIOTARSIANA Y SUBASTRAGALINA) Y MAYOR MOVILIDAD EN EL MEDIOPIE (HIPERMOVILIDAD).

HIPO-HIPERMOVILIDAD EN PIE EN PACIENTES CON SÍNDROME FÉMORO- PATELAR:

- Tan JM, Crossley KM, Munteanu SE, Collins NJ, Hart HF, Donnar JW, Cleary G, O'Sullivan IC, Maclachlan LR, Derham CL, Menz HB. Associations of foot and ankle characteristics with knee symptoms and function in individuals with patellofemoral osteoarthritis. J Foot Ankle Res. 2020 Sep 23;13(1):57. doi: 10.1186/s13047-020-00426-8. PMID: 32967701; PMCID: PMC7509922.
- El rango de movimiento de la dorsiflexión del tobillo en carga, una postura del pie más pronada y una mayor movilidad del mediopié demostraron pequeñas asociaciones con un peor dolor de rodilla y una mayor discapacidad en personas con osteoartritis patelofemoral.



HIPOMOVILIDAD E HIPERMOVILIDAD A NIVEL DE LA RODILLA



SINERGIAS PROFESIONALES:

Kim HJ, Cho J, Lee S. Talonavicular joint mobilization and foot core strengthening in patellofemoral pain syndrome: a single-blind, three-armed randomized controlled trial. BMC Musculoskelet Disord. 2022 Feb 15;23(1):150. doi: 10.1186/s12891-022-05099-x. PMID: 35168620; PMCID: PMC8845242.

La intervención del pie incluyendo LAS TÉCNICAS MANIPULATIVAS y LA POTENCIACIÓN DEL PIE es eficaz para el control del dolor y la mejora de la función en individuos con SÍNDROME PATELOFEMORAL.

IMPORTANCIA DEL CONTROL DEL VALGO:

Emamvirdi M, Letafatkar A, Khaleghi Tazji M. The Effect of Valgus Control Instruction Exercises on Pain, Strength, and Functionality in Active Females With Patellofemoral Pain Syndrome. Sports Health. 2019 May/Jun;11(3):223-237. doi: 10.1177/1941738119837622. Epub 2019 Apr 29. PMID: 31034336; PMCID: PMC6537321.

EL CONTROL DEL VALGO DE TOBILLO Y RODILLA ES UNO DE LOS FACTORES MÁS IMPORTANTES EN LA PREVENCIÓN DE LESIONES.

ESTE CONCEPTO YA FUE SEÑALADO

Loudon JK, Jenkins W, Loudon KL. The relationship between static posture and ACL injury in female athletes. J Orthop Sports Phys Ther. 1996 Aug;24(2):91-7. doi: 10.2519/jospt.1996.24.2.91. PMID: 8832472.

Un análisis de regresión logística gradual condicional reveló que los factores de recurvatum de rodilla, una caída navicular excesiva y una excesiva pronación articular subtalar eran discriminadores significativos entre los grupos con lesión del ligamento cruzado anterior y los no lesionados. Estos hallazgos pueden tener implicaciones con respecto a las técnicas de rehabilitación en terapia física.

Por su parte y , como veremos en el seminario de articulación coxofemoral:

Khayambashi K, Ghoddosi N, Straub RK, Powers CM. Hip Muscle Strength Predicts Noncontact Anterior Cruciate Ligament Injury in Male and Female Athletes: A Prospective Study. Am J Sports Med. 2016 Feb;44(2):355-61. doi: 10.1177/0363546515616237. Epub 2015 Dec 8. PMID: 26646514.

Las medidas de abducción de cadera isométrica de pretemporada y fuerza de rotación externa predijeron de forma independiente el futuro estado de lesión del LCA sin contacto en atletas competitivos. Los datos del estudio sugieren que los procedimientos de detección para evaluar el riesgo de lesión del LCA deben incluir una evaluación de abducción de cadera isométrica y/o fuerza de rotación externa.

FACTORES DE RIESGO ROTURA LCA:

Toyooka S, Tsukada K, Yasui Y, Saho Y, Okawa Y, Ando S, Nakagawa T, Kawano H, Miyamoto W. Association of medial arch support of foot orthoses with knee valgus angle at initial contact during cutting maneuvers in female athletes: a controlled laboratory study. BMC Sports Sci Med Rehabil. 2022 Dec 19;14(1):214. doi: 10.1186/s13102-022-00608-w. PMID: 36536460; PMCID: PMC9762016.

Laxitud específica de la articulación de la rodilla, surco trococondíleo del fémur estrecho y pequeño, fase preovulatoria en mujeres que no utilizan anticonceptivos orales, isquiotibiales débiles en relación al cuádriceps, fatiga neuromuscular y falta de control motor, core débil, **aumento de la rotación interna de cadera y rotación externa de tibia con o sin pronación del pie.**

Alentorn-Geli E, Myer GD, Silvers HJ, Samitier G, Romero D, Lázaro-Haro C, Cugat R. Prevention of non-contact anterior cruciate ligament injuries in soccer players. Part 1: Mechanisms of injury and underlying risk factors. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2009 Jul;17(7):705-29. doi: 10.1007/s00167-009-0813-1. Epub 2009 May 19. PMID: 19452139.

CADENAS ASCENDENTES Y DESCENDENTES: INTERDEPENDENCIA- BIDIRECCIONALIDAD

Chuter VH, Janse de Jonge XA. Proximal and distal contributions to lower extremity injury: a review of the literature. Gait Posture. 2012 May;36(1):7-15. doi: 10.1016/j.gaitpost.2012.02.001. Epub 2012 Mar 21. PMID: 22440758.

La pronación excesiva o prolongada del pie se ha relacionado con el desarrollo de numerosas lesiones por uso excesivo que afectan la extremidad inferior. El modelo patomecánico propuesto originalmente sugiere que el movimiento del pie afecta las estructuras más proximales a través de la interrupción del acoplamiento distal a proximal entre el pie, la tibia, el fémur y la cadera.



La evidencia de la investigación apoya la presencia de un mecanismo de acoplamiento dinámico entre los segmentos de las extremidades inferiores, sin embargo, la dirección del acoplamiento no es concluyente. Recientes investigaciones prospectivas sobre el papel del complejo lumbo-pélvico han identificado una fuerte asociación entre la disfunción proximal y el aumento del riesgo de lesiones en las extremidades inferiores.



Se sugiere que la fuerza de los músculos del complejo lumbo-pélvico de la cadera (músculos centrales) es esencial para controlar la abducción de la cadera, la posterior rotación interna del fémur y el movimiento potencialmente más distal.

INTERDEPENDENCIA: PIE-LUMBARES.

Castro-Méndez A, Palomo-Toucedo IC, Pabón-Carrasco M, Ramos-Ortega J, Díaz-Mancha JA, Fernández-Según LM. Custom-Made Foot Orthoses as Non-Specific Chronic Low Back Pain and Pronated Foot Treatment. Int J Environ Res Public Health. 2021 Jun 25;18(13):6816. doi: 10.3390/ijerph18136816. PMID: 34201981; PMCID: PMC8297241.

Castro-Méndez A, Munuera PV, Albornoz-Cabello M. The short-term effect of custom-made foot orthoses in subjects with excessive foot pronation and lower back pain: a randomized, double-blinded, clinical trial. Prosthet Orthot Int. 2013 Oct;37(5):384-90. doi: 10.1177/0309364612471370. Epub 2013 Jan 17. PMID: 23327838.

EL CONTROL DE LA PRONACIÓN
PODAL TIENE , A CORTO PLAZO
EFECTOS EN LA REDUCCIÓN DEL
DOLOR LUMBAR.

MECANISMO DE WINDLASS:

Huang C, Chen LY, Liao YH, Masodsai K, Lin YY. Effects of the Short-Foot Exercise on Foot Alignment and Muscle Hypertrophy in Flatfoot Individuals: A Meta-Analysis. *Int J Environ Res Public Health*. 2022 Sep 22;19(19):11994. doi: 10.3390/ijerph191911994. PMID: 36231295;

Okamura K, Fukuda K, Oki S, Ono T, Tanaka S, Kanai S. Effects of plantar intrinsic foot muscle strengthening exercise on static and dynamic foot kinematics: A pilot randomized controlled single-blind trial in individuals with pes planus. *Gait Posture*. 2020 Jan;75:40-45. doi: 10.1016/j.gaitpost.2019.09.030. Epub 2019 Sep 29. PMID: 31590069.

Para las personas con pes planus, el ejercicio de POTENCIACIÓN INTRÍNSECA DEL PIE corrigió eficazmente la alineación estática del pie y los parámetros temporales de la cinemática del pie durante la marcha.

Este cambio temporal, que acorta el tiempo para que la altura navicular alcance su valor mínimo, indica un mecanismo de windlass mejorado. Por lo tanto, esto podría prevenir o tratar eficazmente las lesiones relacionadas con la alineación de pes planus.

LESIONES DE TOBILLO E HIPERMÓVILIDAD:

Beckman SM, Buchanan TS. Ankle inversion injury and hypermobility: effect on hip and ankle muscle electromyography onset latency. Arch Phys Med Rehabil. 1995 Dec;76(12):1138-43. doi: 10.1016/s0003-9993(95)80123-5. PMID: 8540791.

Los autores sugieren que hay una disminución de la latencia de la activación muscular de la cadera después de la inversión del tobillo en la población hipermóvil.

Al tratar la inestabilidad del tobillo, los médicos deben decidir abordar el patrón de reclutamiento de músculo de la cadera alterado o aceptar este patrón de reclutamiento como una estrategia de adaptación a la lesión y, por lo tanto, aceptar las consecuencias desconocidas a largo plazo de la activación muscular prematura (es decir, posible predisposición articular a cambios degenerativos, fuerzas de reacción articular alteradas y desequilibrios musculares).

Otros autores con similares conclusiones:

Kazemi K, Arab AM, Abdollahi I, López-López D, Calvo-Lobo C. Electromiography comparison of distal and proximal lower limb muscle activity patterns during external perturbation in subjects with and without functional ankle instability. Hum Mov Sci. 2017 Oct;55:211-220. doi: 10.1016/j.humov.2017.08.013. Epub 2017 Aug 24. PMID: 28843163.

Levin O, Vanwanseele B, Thijsen JR, Helsen WF, Staes FF, Duysens J. Proactive and reactive neuromuscular control in subjects with chronic ankle instability: evidence from a pilot study on landing. Gait Posture. 2015 Jan;41(1):106-11. doi: 10.1016/j.gaitpost.2014.09.005. Epub 2014 Sep 20. PMID: 25439444.

Retropié valgo y síndrome patelofemoral:

Barton CJ, Levinger P, Crossley KM, Webster KE, Menz HB. The relationship between rearfoot, tibial and hip kinematics in individuals with patellofemoral pain syndrome. Clin Biomech (Bristol, Avon). 2012 Aug;27(7):702-5. doi: 10.1016/j.clinbiomech.2012.02.007. Epub 2012 Mar 20. PMID: 22436492.

La relación entre la eversión del pie trasero y la rotación interna de la tibia identificada en el grupo con síndrome de dolor patelofemoral puede estar relacionada con la etiología.

INTERDEPENDENCIA REGIONAL Y MIEMBRO INFERIOR:

La mayoría de la literatura sobre los miembros inferiores que apoya el concepto y el modelo de interdependencia regional está relacionada con la región lumbopélvica.



El dolor lumbar se ha asociado positivamente con la coxartrosis, fracturas de cadera y después de una cirugía de reemplazo total de cadera (Stupar et al., 2010; Ben-Galim et al., 2007; Di Lorenzo et al., 2007).



Existen relaciones entre regiones de la cadena cinética inferior, incluida la cadera y la pelvis, así como el tobillo y el pie, que están involucrados en el valgo dinámico de la rodilla (Powers, 2003), lo que lleva a varios tratamientos para afecciones relacionadas, como el síndrome de dolor patelofemoral, que incluyen plantillas y fortalecimiento de la cadera (Barton et al., 2015).

INTERDEPENDENCIA REGIONAL Y MIEMBRO INFERIOR:

Se ha propuesto una relación entre el pie y el tobillo y la región lumbosacra en publicaciones de Cibulka (1999), Rothbart y Estabrook (1988), Kosashvili et al.(2008), que demostraron que existe una correlación positiva entre la posición del pie plano y el dolor lumbar.

De manera similar, Brantingham et al.(2006) establecieron una posible relación positiva entre trastornos del tobillo y el dolor lumbar.

Powers (2010) ha sugerido que los factores proximales, como el deterioro de la cadera, pueden desempeñar un papel contribuyente en las lesiones de rodilla

INTERDEPENDENCIA REGIONAL Y MIEMBRO INFERIOR:

Finnoff et al.(2011), Souza et al. (2019) y Rowe et al.(2007) han demostrado que los déficits en la fuerza de los músculos de la cadera y la mecánica anormal de la cadera se correlacionan positivamente con el dolor de rodilla.

Molgaard et al.(2011) analizaron a estudiantes de secundaria con dolor patelofemoral y encontraron mayor caída navicular, deriva navicular y dorsiflexión en los sujetos con dolor patelofemoral en comparación con estudiantes sanos.

Molgaard C, Rathleff MS, Simonsen O. *Patellofemoral pain syndrome and its association with hip, ankle, and foot function in 16- to 18-year-old high school students: a single-blind case-control study.* J Am Podiatr Med Assoc. 2011; 101(3):215–22.

Interdependencia regional y miembro inferior:

Lawrence et al. (2020) concluyen que las manipulaciones de alta velocidad y baja amplitud de la región del tobillo mejoran la fuerza de los abductores de cadera en personas con antecedentes de esguince de tobillo y debilidad unilateral.

En un ensayo clínico aleatorizado centrado en la movilización miofascial plantar, se observó que ésta mejoró el área plantar, la movilidad funcional y el equilibrio en mujeres mayores (Stroppa Marques et al., 2020; Grieve et al., 2015) constatan en un ECA que la liberación bilateral miofascial de la superficie plantar de los pies sobre la flexibilidad de isquiotibiales y la columna lumbar, mostró una clara mejoría con gran tamaño del efecto.

El antepié varo altera la estabilidad postural anteroposterior e incrementa la dependencia de los tejidos blandos para lograr la estabilidad, y esto incrementa la rigidez tisular (Cobb et al., 2004). La rigidez tisular en tobillo se asocia a rigidez coxofemoral (Fajardo et al., 2021).

Interdependencia regional y miembro inferior:

El antepié varo obliga a la hiperpronación de las articulaciones subastragalina y mediotarsiana en la marcha para lograr el apoyo de metatarsianos internos, y esto incrementa las lesiones en cadera (Monaghan et al., 2012), pelvis, columna vertebral y región craneomandibular (Stovitz, 2004; Ricard, 2002), incrementa las fuerzas de cizallamiento en el pie (Garbalosa et al., 1994; Araujo, 2020), que afecta al primer radio favoreciendo el hallux rigidus o valgus (Rush et al., 2000; Roukis, 1996, Hoffmann et al., 2019).



Este mecanismo activo de hiperpronación provoca una caída de todas las estructuras óseas del pie hacia el borde interno, repercutiendo en un aumento del ángulo tibiocalcáneo por encima de los 5 grados fisiológicos (McPoil et al., 1987), por lo que es fácil que esta alteración se diagnostique como un problema del retropié, asignándole la etiqueta de pie valgo o plano-valgo. A partir de aquí se desarrolla una cadena adaptativa que sitúa el esqueleto del miembro inferior en rotación interna con valgo de rodilla y anteversión de pelvis, provocando un aumento del ángulo lumbosacro y de las curvas vertebrales (Franco, 2011).

Referencias:

- Lawrence MA, Raymond JT, Look AE, Woodard NM, Schicker CM, Swanson BT. *Effects of Tibiofibular and Ankle Joint Manipulation on Hip Strength and Muscle Activation*. J Manipulative Physiol Ther. 2020.
- Stroppa-Marques AEZ, Neto JSM, Pedroni CR, Tozim BM, Chagas EFB, Navega FRF, Navega MT. *Plantar Myofascial Mobilization: Plantar Area, Functional Mobility, and Balance in Elderly Women: A Randomized Clinical Trial*. J Manipulative Physiol Ther. 2020 Jun; 43(5):539- 550. doi: 10.1016/j.jmpt.2019.11.007. Epub 2020 Aug 20. PMID: 32829942.
- Grieve R, Goodwin F, Alfaki M, Bourton AJ, Jeffries C, Scott H. *The immediate effect of bilateral self-myofascial release on the plantar surface of the feet on hamstring and lumbar spine flexibility: A pilot randomised controlled trial*. J Bodyw Mov Ther. 2015 Jul; 19(3):544- 52. doi: 10.1016/j.jbmt.2014.12.004. Epub 2014 Dec 18. PMID: 26118527.

Referencias:

- Fajardo CC, Cardoso TB, Gontijo BA, Magalhães FA, Souza TR, Fonseca STD, Ocarino JM, Resende RA. *Hip passive stiffness is associated with midfoot passive stiffness*. Braz J Phys Ther. 2021 Sep-Oct; 25(5):530-535. doi: 10.1016/j.bjpt.2021.02.001. Epub 2021 Feb 13. PMID: 33658164; PMCID: PMC8536852.
- Fatimah I, Waqqar S. *Effects of tibiofemoral mobilization in patients of Patellofemoral pain syndrome*. J Pak Med Assoc. 2021 Nov; 71(11):2506-2510. doi: 10.47391/JPMA.04-585. PMID: 34783726.
- Feger MA, Donovan L, Hart JM, Hertel J. *Lower extremity muscle activation in patients with or without chronic ankle instability during walking*. J Athl Train. 2015 Apr; 50(4):350-7. doi: 10.4085/1062-6050-50.2.06. Epub 2015 Jan 6. PMID: 25562453; PMCID: PMC4559991.

Referencias:

- Monaghan GM, Lewis CL, Hsu WH, Saltzman E, Hamill J, Holt KG. *Forefoot angle determines duration and amplitude of pronation during walking*. Gait Posture. 2013 May; 38(1):8-13. doi: 10.1016/j.gaitpost.2012.10.003. Epub 2012 Oct 30. PMID: 23117096.
- Stovitz SD, Coetzee JC. *Hyperpronation and foot pain: steps toward pain-free feet*. Phys Sportsmed. 2004 Aug; 32(8):19-26. doi: 10.3810/psm.2004.08.503. PMID: 20086430.
- Garbalosa JC, McClure MH, Catlin PA, Wooden M. *The frontal plane relationship of the forefoot to the rearfoot in an asymptomatic population*. J Orthop Sports Phys Ther. 1994 Oct; 20(4):200-6. doi: 10.2519/jospt.1994.20.4.200. PMID: 7987380.
- Araújo VL, Santos TRT, Khuu A, Lewis CL, Souza TR, Holt KG, Fonseca ST. *The effects of small and large varus alignment of the foot-ankle complex on lower limb kinematics and kinetics during walking: A cross-sectional study*. Musculoskelet Sci Pract. 2020 Jun; 47:102149. doi: 10.1016/j.msksp.2020.102149. Epub 2020 Mar 10. PMID: 32174545; PMCID: PMC7266625.

Referencias:

- Rush SM, Christensen JC, Johnson CH. *Biomechanics of the first ray. Part II: Metatarsus primus varus as a cause of hypermobility. A three-dimensional kinematic analysis in a cadaver model.* J Foot Ankle Surg. 2000 Mar-Apr; 39(2):68-77. doi: 10.1016/s1067-2516(00)80030-7. PMID: 10789097.
- Roukis TS, Scherer PR, Anderson CF. *Position of the first ray and motion of the first metatarsophalangeal joint.* J Am Podiatr Med Assoc. 1996 Nov; 86(11):538-46. doi: 10.7547/87507315-86-11-538. PMID: 8961656.
- McPoil T, Cameron JA, Adrian MJ. *Anatomical characteristics of the talus in relation to forefoot deformities.* J Am Podiatr Med Assoc. 1987 Feb; 77(2):77-81. doi: 10.7547/87507315-77-2-77. PMID: 3559940.
- Franco MA. *Effect of articulation and manipulation techniques on plantar support in varus forefoot in children.* Osteopatía Científica. Elsevier: Barcelona. September 2011. (6), 3; 68-77.

REFERENCIA

- Wainner, R.S. (2007) Regional Interdependence: A Musculoskeletal Examination Model Whose Time Has Come. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy, 37, 658-660.<http://dx.doi.org/10.2519/jospt.2007.0110>
- Sueki, D.G., Cleland, J.A. and Wainner, R.S. (2013) A Regional Interdependence Model of Musculoskeletal Dysfunction: Research, Mechanisms, and Clinical Implications. Journal of Manual and Manipulative Therapy, 21, 90-102.
- McDevitt, A., Young, J., Mintken, P. and Cleland, J. (2015) Regional Interdependence and Manual Therapy Directed at the Thoracic Spine. Journal of Manual and Manipulative Therapy, 23, 139-146.
- Abenhaim, L., Rossignol, M., Gobeille, D., Bonvalot, Y., Fines, P. and Scott, S. (1995) The Prognostic Consequences in the Making of the Initial Medical Diagnosis of Work-Related Back Injuries. Spine (Phila Pa 1976), 20, 791-795. <http://dx.doi.org/10.1097/00007632-199504000-00010>
- Dodick, D. and Silberstein, S. (2006) Central Sensitization Theory of Migraine: Clinical Implications. Headache, 46, S182-S191. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1526-4610.2006.00602.x>
- Janda, V. (1996) Sensory Motor Stimulation. In: Liebenson, C., Ed., Rehabilitation of the Spine, Williams & Wilkins, Baltimore, 319-328.
- Collebrusco, L. and Lombardini, R. (2014) What about OMT and Nutrition for Managing the Irritable Bowel Syndrome? An Overview and Treatment Plan. Explore (NY), 10, 309-318.<http://dx.doi.org/10.1016/j.explore.2014.06.005>
- Gonzalez-Iglesias, J., Fernandez-de-las-Penas, C., Cleland, J.A. and Gutierrez-Vega Mdel, R. (2009) Thoracic Spine Manipulation for the Management of Patients with Neck Pain: A Randomized Clinical Trial. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy, 39, 20-27. <http://dx.doi.org/10.2519/jospt.2009.2914>
- Suter, E. and McMorland, G. (2002) Decrease in Elbow Flexor Inhibition after Cervical Spine Manipulation in Patients with Chronic Neck Pain. Clinical Biomechanics (Bristol, Avon), 17, 541-544.[http://dx.doi.org/10.1016/S0268-0033\(02\)00025-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0268-0033(02)00025-6)
- Lucado, A.M., Kolber, M.J., Cheng, M.S. and Ecternach, J.L. (2010) Subacromial Impingement Syndrome and Lateral Epicondylalgia in Tennis Players. Physical Therapy Reviews, 15, 55-56.<http://dx.doi.org/10.1179/174328810X12647087219036>

REFERENCIA

- Suter, E. and McMorland, G. (2002) Decrease in Elbow Flexor Inhibition after Cervical Spine Manipulation in Patients with Chronic Neck Pain. *Clinical Biomechanics* (Bristol, Avon), 17, 541-544. [http://dx.doi.org/10.1016/S0268-0033\(02\)00025-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0268-0033(02)00025-6)
- Lucado, A.M., Kolber, M.J., Cheng, M.S. and Ecternach, J.L. (2010) Subacromial Impingement Syndrome and Lateral Epicondylalgia in Tennis Players. *Physical Therapy Reviews*, 15, 55-56. <http://dx.doi.org/10.1179/174328810X12647087219036>
- Suter, E. and McMorland, G. (2002) Decrease in Elbow Flexor Inhibition after Cervical Spine Manipulation in Patients with Chronic Neck Pain. *Clinical Biomechanics* (Bristol, Avon), 17, 541-544. [http://dx.doi.org/10.1016/S0268-0033\(02\)00025-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0268-0033(02)00025-6)
- Lucado, A.M., Kolber, M.J., Cheng, M.S. and Ecternach, J.L. (2010) Subacromial Impingement Syndrome and Lateral Epicondylalgia in Tennis Players. *Physical Therapy Reviews*, 15, 55-56. <http://dx.doi.org/10.1179/174328810X12647087219036>
- Stupar, M., Cote, P., French, M.R. and Hawker, G.A. (2010) The Association between Low Back Pain and Osteoarthritis of the Hip and Knee: A Population-Based Cohort Study. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 33, 349-354. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jmpt.2010.05.008>
- Di Lorenzo, L., Forte, A., Formisano, R., Gimigliano, R. and Gatto, S. (2007) Low Back Pain after Unstable Extracapsular Hip Fractures: Randomized Control Trial on a Specific Training. *Eura Medicophys*, 43, 349-357.
- Nelson-Wong, E., Flynn, T. and Callaghan, J.P. (2009) Development of Active Hip Abduction as a Screening Test for Identifying Occupational Low Back Pain. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 39, 649-657. <http://dx.doi.org/10.2519/jospt.2009.3093>
- Cibulka, M.T. (1999) Low Back Pain and Its Relation to the Hip and Foot. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 29, 595-601. <http://dx.doi.org/10.2519/jospt.1999.29.10.595>
- Rothbart, B.A. and Estabrook, L. (1988) Excessive Pronation: A Major Biomechanical Determinant in the Development of Chondromalacia and Pelvic Lists. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 11, 373-379.
- Kosashvili, Y., Fridman, T., Backstein, D., Safir, O. and Bar Ziv, Y. (2008) The Correlation between Pes Planus and Anterior Knee or Intermittent Low Back Pain. *Foot & Ankle International*, 29, 910-913. <http://dx.doi.org/10.3113/FAI.2008.0910>
- Brantingham, J.W., Lee Gilbert, J., Shaik, J. and Globe, G. (2006) Sagittal Plane Blockage of the Foot, Ankle and Hallux and Foot Alignment-Prevalence and Association with Low Back Pain. *Journal of Chiropractic Medicine*, 5, 123- 127. [http://dx.doi.org/10.1016/S0899-3467\(07\)60144-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0899-3467(07)60144-X)
- Rowe, J., Shafer, L., Kelley, K., West, N., Dunning, T., Smith, R., et al. (2007) Hip Strength and Knee Pain in Females. *North American Journal of Sports Physical Therapy*, 2, 164-169.

REFERENCIA

- Finnoff, J.T., Hall, M.M., Kyle, K., Krause, D.A., Lai, J. and Smith, J. (2011) Hip Strength and Knee Pain in High School Runners: A Prospective Study. American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation: AAPM&R, 3, 792- 801. <http://dx.doi.org/10.1016/j.pmrj.2011.04.007>
- Sutlive, T.G., Lopez, H.P., Schnitker, D.E., Yawn, S.E., Halle, R.J., Mansfield, L.T., Boyles, R.E. and Childs, J.D. (2008) Development of a Clinical Prediction Rule for Diagnosing Hip Osteoarthritis in Individuals with Unilateral Hip Pain. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy, 38, 542-550. <http://dx.doi.org/10.2519/jospt.2008.2753>
- Panagopoulos, J., Hancock, M.J., Kongsted, A., Hush, J. and Kent, P. (2014) Does Anterior Trunk Pain Predict a Different Course of Recovery in Chronic Low Back Pain? Pain, 155, 977-982. <http://dx.doi.org/10.1016/j.pain.2014.01.023>
- Collebrusco, L. and Lombardini, R. Osteopathic Manipulative Treatment and Nutrition: An Alternative Approach to the Irritable Bowel Syndrome. 8th Interdisciplinary World Congress on Low Back & Pelvic Pain, Dubai, 27-31 October 2013, 499.
- Lombardini, R. and Collebrusco, L. Osteopathy and Nutrition for Managing the Irritable Bowel Syndrome—Brief and Useful Guide. Universitas Studiorum S.r.l., Mantova, Italy.
- Collebrusco, L. and Lombardini, R. (2013) Osteopathic Manipulative Treatment and Nutrition: An Alternative Approach to the Irritable Bowel Syndrome. Health, 5, 87-93. <http://dx.doi.org/10.4236/health.2013.56A2013>
- Chaitow, L. (2008) Biochemistry and Bodywork. Journal of Bodywork and Movement, 12, 95.
- Collebrusco, L. (2015) An Integrated Rehabilitation Model: An Ideal Framework For Limiting Health Care Costs. Open Journal of Therapy and Rehabilitation, 3, 9-13. <http://dx.doi.org/10.4236/ojtr.2015.31002>

Referencias:

Stupar M, Cote P, French MR, Hawker GA. *The association between low back pain and osteoarthritis of the hip and knee: a population-based cohort study.* J Manipulative Physiol Ther. 2010;33(5):349–54.

Ben-Galim P, Ben-Galim T, Rand N, Haim A, Hipp J, Dekel S, et al. *Hip-spine syndrome: the effect of total hip replacement surgery on low back pain in severe osteoarthritis of the hip.* Spine. 2007;32(19):2099–102.

Di Lorenzo L, Forte A, Formisano R, Gimigliano R, Gatto S. *Low back pain after unstable extracapsular hip fractures: randomized control trial on a specific training.* Eur Medicophys. 2007;43(3):349–57.

Powers CM. *The influence of altered lower-extremity kinematics on patellofemoral joint dysfunction: a theoretical perspective.* J Orthop Sports Phys Ther. 2003; 33:639–646.

Referencias:

Cibulka MT, Delitto A, Koldehoff RM. *Changes in innominate tilt after manipulation of the sacroiliac joint in patients with low back pain: an experimental study.* Phys Ther. 1988; 68(9):1359–1363.

Rothbart BA, Estabrook L. *Excessive pronation: a major biomechanical determinant in the development of chondromalacia and pelvic lists.* J Manipulative Physiol Ther. 1988;11(5):373–9.

Kosashvili Y, Fridman T, Backstein D, Safir O, Bar Ziv Y. *The correlation between pes planus and anterior knee or intermittent low back pain.* Foot Ankle Int. 2008 Sep; 29(9):910-3.

Refererencias:

Brantingham JW, Adams KJ, Cooley JR, Globe D, Globe G. *A single-blind pilot study to determine risk and association between navicular drop, calcaneal eversion, and low back pain.* J Manipulative Physiol Ther. 2007 Jun; 30(5):380-5. doi: 10.1016/j.jmpt.2007.04.004. PMID: 17574956.

Brantingham JW, Lee Gilbert J, Shaik J, Globe G. *Sagittal plane blockage of the foot, ankle and hallux and foot alignment-prevalence and association with low back pain.* J Chiropr Med. 2006 Winter;5(4):123-7. doi: 10.1016/S0899-3467(07)60144-X. PMID: 19674683; PMCID: PMC2647069.

Powers CM. *The influence of altered lower-extremity kinematics on patellofemoral joint dysfunction: a theoretical perspective.* J Orthop Sports Phys Ther. 2003; 33:639–646.

Referencias:

Finnoff JT, Hall MM, Kyle K, Krause DA, Lai J, Smith J. *Hip strength and knee pain in high school runners: a prospective study*. J Inj Funct Rehabil. 2011;3(9):792– 801.

Souza RB, Powers CM. *Differences in hip kinematics, muscle strength, and muscle activation between subjects with and without patellofemoral pain*. J Orthop Sports Phys Ther. 2009;39(1):12–9.

Rowe J, Shafer L, Kelley K, West N, Dunning T, Smith R, et al. *Hip strength and knee pain in females*. N Am J Sports Phys Ther. 2007;2(3):164–9.