

Artículo de revisión

## Relación entre deformidad angular y gonartrosis primaria

Álvarez-López CA,\* García-Lorenzo YC\*\*

Hospital Universitario «Manuel Ascunce Domenech»

**RESUMEN.** *Antecedentes:* La gonartrosis es una entidad muy frecuente en la actualidad, las deformidades angulares son un hallazgo usual en pacientes con esta entidad y aunque está bien justificada su presencia como causa secundaria, no existen muchos reportes sobre la relación entre deformidad angular y gonartrosis primaria. *Objetivo:* Profundizar en la relación existente entre gonartrosis primaria y deformidad angular de la articulación de la rodilla. *Método:* Se realizó una revisión bibliográfica de un total de 300 artículos publicados en PubMed, Hinari y Medline mediante el localizador de información EndNote, de ellos se utilizaron 52 citas seleccionadas para realizar la revisión, 47 de ellas de los últimos cinco años, donde se incluyeron cinco libros. *Desarrollo:* Se realizó una revisión de los aspectos bioquímicos y biomecánicos más importantes relacionados con las deformidades angulares. Con respecto a la asociación entre deformidad angular y gonartrosis primaria, se plasmaron los elementos relacionados con cada tipo de deformidad tanto en el eje axial, coronal como rotacional. Los factores relacionados con la deformidad pueden ser de tipo óseo y de partes blandas, en especial del aparato capsuloligamentoso de la articulación. *Conclusiones:* Las deformidades angulares en pacientes con gonartrosis primaria son frecuentes y en su presencia influyen factores relacionados con la arquitectura ósea y de partes blandas.

**Palabras clave:** Rodilla, deformidad angular, gonartrosis, incidencia.

**ABSTRACT.** *Background:* Osteoarthritis of the knee is a common disease and angular deformities are usually associated to this degenerative affection. Secondary causes of angular deformities are well known in the scientific literature, but there are not many articles about the relationship between angular deformities and primary osteoarthritis. *Objective:* To deepen in the relationship between angular deformities and primary osteoarthritis of the knee. *Method:* We conducted a literature review of a total of 300 articles in PubMed, Medline and Hinari locator information by EndNote, 52 of them were used and selected quotes to do the review, 47 of them in the last five years, including five books. *Development:* A revision of important biochemical and biomechanics aspects were made in regards to the relationship between angular deformities and primary osteoarthritis of the knee. Causes of deformities according to the sagittal, coronal and rotational axis were taken into account. Factors related to deformities could be osseous or soft tissues of the knee joint. *Conclusions:* Deformities of the knee in patients suffering from primary osteoarthritis are common and there are osseous and soft tissues causes to justified the presence of these deformities.

**Key words:** Knee, angular deformity, osteoarthritis, incidence.

Nivel de evidencia: II

[www.medigraphic.org.mx](http://www.medigraphic.org.mx)

\* Doctor en Ciencias Médicas. Máster en Urgencias Médicas. Especialista de segundo grado en Ortopedia y Traumatología. Profesor titular. Hospital Universitario «Manuel Ascunce Domenech». Investigador agregado del CITMA. Camagüey, Cuba.

\*\* Especialista de primer grado en Medicina General Integral. Profesor asistente. Policlínico Universitario «Tula Aguilera». Camagüey, Cuba.

Dirección para correspondencia:

Dr. C Alejandro Álvarez López

Calle 2a. Núm. 2, esquina a Lanceros, Reparto La Norma, CP 70100, Ciudad de Camagüey, Cuba.

Teléfono: (32) 25 81 95

E-mail: yenima@finlay.cmw.sld.cu

Este artículo puede ser consultado en versión completa en <http://www.medigraphic.com/actaortopedia>

## Introducción

La artrosis es una enfermedad degenerativa articular caracterizada por la afección del cartílago articular, presencia de esclerosis y quiste subcondral, además de alteraciones de partes blandas como cápsula, ligamentos y músculos.<sup>1,2,3</sup> La articulación de la rodilla constituye una de las más afectadas, en especial en enfermos por encima de 40 años de edad. El síntoma fundamental de esta entidad es el dolor de tipo mecánico acompañado de crepitación, sensación de inestabilidad y limitación articular.<sup>4,5,6</sup>

El método clínico constituye la herramienta fundamental para el diagnóstico de esta enfermedad, que afecta a un gran número de personas en el mundo.

Las causas de la artrosis de la rodilla, también conocida como gonartrosis, pueden ser de tipo primarias o idiopáticas y de tipo secundarias.<sup>7</sup> Dentro de las causas secundarias, destacan las postquirúrgicas, postinfecciosas y postraumáticas, donde desempeñan un papel fundamental las deformidades angulares residuales, que provocan distribución anormal de las cargas de peso.<sup>8,9,10</sup>

Las deformidades angulares de la rodilla aceleran los procesos degenerativos de la articulación y constituyen factores de mal pronóstico demostrados en la literatura científica.<sup>11,12,13</sup>

A pesar de que las deformidades angulares de causa secundaria son bien conocidas, no existe documentación suficiente que explique y describa estas desviaciones en la gonartrosis primaria.

Debido a esta problemática sobre la relación entre deformidad angular y gonartrosis primaria, los autores de este trabajo tienen como objetivo profundizar en este aspecto.

## Método

Se realizó una revisión bibliográfica de un total de 300 artículos publicados en PubMed, HINARI y Medline mediante el localizador de información EndNote; de ellos, se utilizaron 52 citas seleccionadas para realizar la revisión, 47 de ellas de los últimos cinco años, donde se incluyeron cinco libros.

## Desarrollo

La artrosis comienza por una etapa preclínica o bioquímica en la que existe un desbalance entre el anabolismo y catabolismo del cartílago articular; al predominar el catabolismo, el deterioro del tejido es progresivo hasta llegar a la etapa clínica de la enfermedad. Para entender la relación entre deformidad y gonartrosis primaria es importante comprender los aspectos bioquímicos y biomecánicos esenciales.<sup>11,12</sup>

## Aspectos bioquímicos esenciales

Debido al proceso degenerativo de la artrosis, se afecta la integridad y función del cartílago articular, lo que provoca una redistribución de las cargas mecánicas.<sup>11,12</sup>

Las fuerzas mecánicas causan, a la vez, cambios en la forma y estructura de los tejidos, entre los que se incluye el cartílago articular. Es bien conocido que cuando existen cambios en las cargas de peso de la articulación, se modifican las propiedades mecánicas del cartílago articular, su composición y estructura molecular; un ejemplo muy común es cuando un paciente necesita de inmovilización de una de sus extremidades.<sup>11,12</sup>

Debido a estos cambios mecánicos se producen daños de la microestructura del cartílago, alteraciones en el metabolismo de los condrocitos y su composición química.<sup>11</sup>

El cartílago articular absorbe gran cantidad de cargas mecánicas, minimiza las fuerzas de estrés entre las superficies articulares y ayuda a la lubricación. Al aplicarse una carga externa de peso, el tejido es afectado por fuerzas de tensión, cizallamiento y compresión que afectan su composición e integridad.<sup>11,13</sup>

## Aspectos biomecánicos esenciales

Según Sharma y colaboradores,<sup>14</sup> la cinemática de la rodilla no es simple, ya que está representada por seis tipos de movimientos; tres de ellos son dominantes, como flexión, extensión, rotación interna y externa; y traslación anterior y posterior. El resto de los tres movimientos, de menor magnitud, son abducción y aducción, traslación medial y lateral; y superior e inferior. A la extensión completa de la rodilla y a menos de 10 grados de flexión, el fémur rota internamente en relación con la tibia. Con el movimiento de flexión y la carga de peso, el fémur se desplaza en dirección posterior en relación con la tibia y rota externamente. Esta rotación externa del fémur en la flexión provoca que el cóndilo lateral se desplace más posterior que el medial.

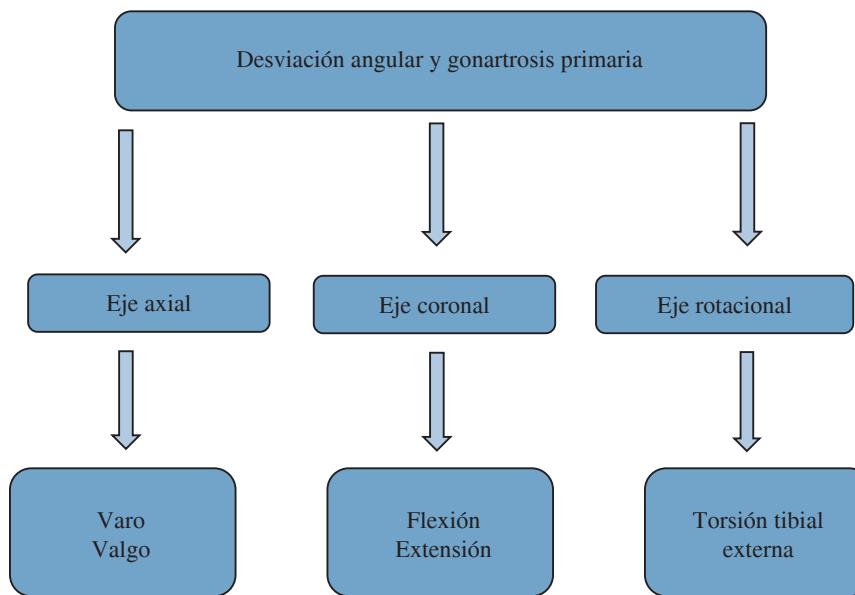
En relación con la carga de peso, el compartimento tibiofemoral medial absorbe de 60 al 70% del peso corporal.<sup>15,16</sup>

La alineación, según Cooke TDV y su grupo,<sup>17</sup> se describe como la orientación del muslo (fémur) y la pierna (tibia y peroné) en sentido frontal, lateral y rotacional.

Al observar al paciente en sentido frontal, es importante trazar la línea desde el centro de la cabeza femoral, rodilla y tobillo, lo que es conocido como «línea cadera, rodilla y tobillo» y en la literatura anglosajona como HKA (*Hip Knee Ankle*). Se considera desviación o mala alineación cuando el centro de la rodilla se desplaza hacia adentro (valgo) o hacia afuera (varo), lo que aumenta la carga de peso en el compartimento lateral o medial, respectivamente.<sup>18,19,20</sup>

En la vista lateral, se emplea la misma línea; si el centro de la rodilla se desplaza hacia atrás, existe deformidad en hiperextensión y si es hacia delante, es en flexión.<sup>21,22</sup>

Las deformidades angulares secundarias pueden ser debidas a causas bien conocidas, como fracturas previas (intra- o extraarticulares), postquirúrgicas: postmeniscectomía, artritis infecciosa, deformidades angulares desde la niñez, por ejemplo: tibia vara. Estas causas están presentes antes del desarrollo de la gonartrosis.<sup>23,24,25</sup>

**Figura 1.**

Tipos de desviaciones angulares en pacientes con gonartrosis primaria.

### ¿Por qué forma parte la deformidad angular de la gonartrosis primaria?

Aunque cuando existe gonartrosis se afecta toda la articulación, el cartílago articular es evidentemente el más afectado.<sup>26,27</sup> Por lo general, la enfermedad comienza por el compartimento medial, pero puede ser cualquier otro. Una vez que se afecta este tejido, ocurre un desbalance articular, el cual comienza a incrementarse con el paso de los años y otros factores, como actividad física y obesidad. Se afecta el aparato capsuloligamentoso de la articulación, lo que permite así su desviación angular; es típico encontrar en pacientes con gonartrosis inestabilidad de tipo subjetiva referida por el enfermo, pero además, existe elongación del ligamento cruzado anterior y colaterales de la rodilla.<sup>28,29,30</sup>

Las desviaciones angulares de la rodilla en pacientes con gonartrosis primaria pueden ser en relación con el eje axial, coronal y rotacional (*Figura 1*).<sup>26,31</sup>

Una vez que aparece la deformidad angular en la enfermedad, ya es irreversible y su magnitud dependerá de factores tanto internos (edad, sexo, daño o magnitud del cartílago articular) como externos (actividades que realiza el enfermo, microtraumas, sobrepeso y carga de objetos pesados).<sup>32,33,34</sup>

La deformidad en varo es debido a colapso del *stock* óseo medial, elongación de los ligamentos colaterales laterales asociados con crecimiento del cóndilo lateral y contractura de los ligamentos colaterales mediales.<sup>35,36,37</sup> Estos factores de deformidad producen los mismos síntomas y signos clínicos al desplazar la rodilla desde la posición neutral al varo. Por otra parte, durante la marcha en un paciente con rodilla normal, sin pérdida de la estructura ósea del cóndilo medial, las cargas de peso se distribuyen de forma más simétrica, pero al existir pérdida ósea en esta zona en el cóndilo femoral medial y elongación del cóndilo femoral lateral, las

propias cargas de peso desvían la rodilla en varo.<sup>38,39,40</sup> La elongación del ligamento colateral lateral es otro factor que contribuye a la deformidad en varo, pero su mecanismo resulta difícil de explicar; una posible respuesta a esta hipótesis puede ser que las líneas de carga de peso son más mediales, la pérdida de sustancia ósea de cóndilo femoral medial obliga al varo y las estructuras capsuloligamentosas de la rodilla se estresan y tienden a elongarse del lado lateral. Una vez presente la pérdida ósea del lado medial, la espina tibial se desplaza hacia arriba y su ápex hacia la región lateral de la articulación, lo que causa dolor intenso y la formación de una línea articular falsa.<sup>41,42,43</sup>

Por su parte, la deformidad en valgo es causada por la elongación o ruptura de los ligamentos colaterales mediales e hipercrecimiento del cóndilo medial y colapso del *stock* óseo lateral asociado con contractura de los ligamentos colaterales laterales.<sup>44,45,46</sup> Los elementos planteados en la deformidad en varo son también válidos para esta deformidad.<sup>47,48</sup>

En relación con las deformidades en flexión, son provocadas porque la rodilla tiene mayor confort en la posición de 15 grados; cuando existe inflamación y dolor, el paciente no puede extender la rodilla; esto, a la vez, resulta en contractura de los músculos de la corva, cápsula posterior, adherencias entre los ligamentos colaterales y los cóndilos femorales.<sup>26,49,50</sup>

La subluxación lateral de la rótula es observada con frecuencia en pacientes con deformidad en valgo y es causada por la acción del cuádriceps, que desplaza la rótula lateralmente.<sup>4,51</sup>

En caso de la rotación externa de la tibia, esta deformidad responde a la acción del mecanismo extensor lateral, tensor de la fascia lata y glúteo máximo a través de la cintilla iliotibial, músculo bíceps y pérdida de la fuerza de los músculos rotadores internos.<sup>26,52</sup>

La hiperextensión se observa con deformidad fija en valgo; existe contractura de los músculos anteriores y ruptura del ligamento cruzado anterior.<sup>26,39</sup>

## Conclusiones

Las deformidades angulares en la gonartrosis primaria están presentes en un alto porcentaje de los pacientes. Se realizó un breve recuento de los elementos bioquímicos y biomecánicos más esenciales de la articulación de la rodilla, lo que permitió explicar las causas de las diferentes deformidades en cuanto a los factores que favorecen su aparición y tipo de angulación, que pueden ser en varo, valgo, flexión, subluxación lateral e hiperextensión.

Fuente de financiamiento: Los autores no recibieron fuente de financiamiento.

## Bibliografía

- Chiba K, Osaki M, Ito M, Majumdar S: Osteoarthritis and bone structural changes. *Clin Calcium*. 2013; 23(7): 973-81.
- Dejour H, Walch G, Deschamps G, Chambat P: Arthrosis of the knee in chronic anterior laxity. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2014; 100(1): 49-58.
- Jones G: Osteoarthritis: where are we for pain and therapy in 2013? *Aust Fam Physician*. 2013; 42(11): 766-9.
- Leone JM, Hanssen AD: Osteotomy about the knee: American perspective. In: Scott WN: *Insall & Scott Surgery of the Knee*. 5<sup>th</sup> ed. Philadelphia: Elsevier; 2012: 910-25.
- Rosenthal PB: Knee osteoarthritis. In: Scott WN: *Insall & Scott Surgery of the Knee*. 5<sup>th</sup> ed. Philadelphia: Elsevier; 2012: 718-22.
- Kosashvili Y, Sufir O, Gross A, Morag G, Lakstein D, Backstein D: Distal femoral varus osteotomy for lateral osteoarthritis of the knee: a minimum ten-year follow-up. *Int Orthop*. 2010; 34(2): 249-54.
- Heidari B: Knee osteoarthritis diagnosis, treatment and associated factors of progression: part II. *Caspian J Intern Med*. 2011; 2(3): 249-55.
- Jevsevar DS, Brown GA, Jones DL, Matzkin EG, Manner PA, Mooar P, et al: The American Academy of Orthopaedic Surgeons evidence-based guideline on treatment of osteoarthritis of the knee. *J Bone Joint Surg Am*. 2013; 95(20): 1885-6.
- Lustig S, Khiami F, Boyer P, Catonne Y, Deschamps G, Massin P: Post-traumatic knee osteoarthritis treated by osteotomy only. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2010; 96(8): 856-60.
- Yoo MJ, Yoo JS, Lee JY, Hwang CH: Deformity correction by femoral supracondylar dome osteotomy with retrograde intramedullary nailing in varus deformity of the distal femur after pathologic fracture of giant cell tumor. *Knee Surg Relat Res*. 2013; 25(4): 220-4.
- Mow VC, Setton LA, Guilak F, Ratcliffe A: Mechanical factors in articular cartilage and their role in osteoarthritis. In: Kuettner KE, Goldberg VM: *Osteoarthritic disorders*. Rosemont: Am Acad Orthop Surg; 1995: 147-71.
- Iorio R, Pagnottelli M, Vadalà A, Giannetti S, Di Sette P, Papandrea P, et al: Open-wedge high tibial osteotomy: comparison between manual and computer-assisted techniques. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2013; 21(1): 113-9.
- Krackow KA, Mandeville DS, Rachala SR, Bayers-Thering M, Osterling LR: Torsion deformity and joint loading for medial knee osteoarthritis. *Gait Posture*. 2011; 33(4): 625-9.
- Sharma A, Komistek RD: Contact mechanism of the human knee. In: Scott WN: *Insall & Scott Surgery of the Knee*. 5<sup>th</sup> ed. Philadelphia: Elsevier; 2012: e15.1-7.
- Chang CB, Koh IJ, Seo ES, Kang YG, Seong SC, Kim TK: The radiographic predictors of symptom severity in advanced knee osteoarthritis with varus deformity. *Knee*. 2011; 18(6): 456-60.
- Freiling D, van Heerwaarden R, Staubli A, Lobenhoffer P: The medial closed-wedge osteotomy of the distal femur for the treatment of unicompartmental lateral osteoarthritis of the knee. *Oper Orthop Traumatol*. 2010; 22(3): 317-34.
- Cooke TDV, Scudamore A: Healthy knee alignment and mechanism. In: Callaghan JJ, Rosenberg AG, Rubash HE, Simonian PT, Wiczkiewicz TL: *The adult knee*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2003: 175-86.
- Bellemans J, Vandenneucker H, Vanlauwe J, Victor J: The influence of coronal plane deformity on mediolateral ligament status: an observational study in varus knees. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2010; 18(2): 152-6.
- Ribeiro CH, Severino NR, Fuchs PM: Preoperative surgical planning versus navigation system in valgus tibial osteotomy: a cross-sectional study. *Int Orthop*. 2013; 37(8): 1483-6.
- Sheehy L, Felson D, Zhang Y, Niu J, Lam YM, Segal N, et al: Does measurement of the anatomic axis consistently predict hip-knee-ankle angle (HKA) for knee alignment studies in osteoarthritis? Analysis of long limb radiographs from the multicenter osteoarthritis (MOST) study. *Osteoarthritis Cartilage*. 2011; 19(1): 58-64.
- Waldstein W, Bou-Monsef J, Buckup J, Boettner F: The value of valgus stress radiographs in the workup for medial unicompartmental arthritis. *Clin Orthop Relat Res*. 2013; 471(12): 3998-4003.
- Turcot K, Armand S, Lübbke A, Fritschy D, Hoffmeyer P, Suvà D: Does knee alignment influence gait in patients with severe knee osteoarthritis? *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2013; 28(1): 34-9.
- Brinkman JM, Freiling D, Lobenhoffer P, Staubli AE, van Heerwaarden RJ: Supracondylar femur osteotomies around the knee: patient selection, planning, operative techniques, stability of fixation, and bone healing. *Orthopade*. 2014; 43(11): 988-99.
- Ingham SL, Moody A, Abhishek A, Doherty SA, Zhang W, Doherty M: Development and validation of self-reported line drawings for assessment of knee malalignment and foot rotation: a cross-sectional comparative study. *BMC Med Res Methodol*. 2010; 10: 57.
- Lobenhoffer P, Agneskirchner JD: Osteotomy around the knee vs. unicondylar knee replacement. *Orthopade*. 2014; 43(10): 923-9.
- Freeman MAR: Patología quirúrgica de la osteoartritis. En: Insall JN, Scott WN: *Insall & Scott Rodilla*. 3.<sup>a</sup> ed. Philadelphia: Elsevier; 1984: 1429-45.
- Crenshaw AH Jr: Soft tissue procedures and corrective osteotomies about the knee. In: Canale ST, Beaty JH: *Campbell's operative orthopaedics*. 12<sup>th</sup> ed. Philadelphia: Elsevier; 2013: 468-83.
- Duivenvoorden T, Brouwer RW, Baan A, Bos PK, Reijman M, Bierma-Zeinstra SM, et al: Comparison of closing-wedge and opening-wedge high tibial osteotomy for medial compartment osteoarthritis of the knee: a randomized controlled trial with a six-year follow-up. *J Bone Joint Surg Am*. 2014; 96(17): 1425-32.
- Pogliacomi F, Defilippo M, Guardoli A, Scaravella E: High tibial osteotomy: our experience with hemicallotaxis method. *Acta Biomed*. 2014; 85(2): 85-90.
- Stuart M, Backstein D, Logan M, Muellner T: Osteotomy about the knee: international roundtable discussion. En: Scott WN: *Insall & Scott Surgery of the Knee*. 5<sup>th</sup> ed. Philadelphia: Elsevier; 2012: 944-51.
- Lusting S, Servien E, Demey G, Neyret P: Osteotomy for the arthritic knee: a European perspective. En: Scott WN: *Insall & Scott Surgery of the Knee*. 5<sup>th</sup> ed. Philadelphia: Elsevier; 2012: 926-43.
- Ducat A, Sariali E, Lebel B, Mertl P, Hernigou P, Flecher X, et al: Posterior tibial slope changes after opening- and closing-wedge high tibial osteotomy: a comparative prospective multicenter study. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2012; 98(1): 68-74.
- Thein R, Bronak S, Thein R, Haviv B: Distal femoral osteotomy for valgus arthritic knees. *J Orthop Sci*. 2012; 17(6): 745-9.
- Gardiner A, Richmond JC: Periarticular osteotomies for degenerative joint disease of the knee. *Sports Med Arthrosc*. 2013; 21(1): 38-46.
- Lee SC, Jung KA, Nam CH, Jung SH, Hwang SH: The short-term follow-up results of open wedge high tibial osteotomy with using an Aescula open wedge plate and an allogenic bone graft: the minimum 1-year follow-up results. *Clin Orthop Surg*. 2010; 2(1): 47-54.

36. Ganji R, Omidvar M, Izadfar A, Alavinia SM: Opening wedge high tibial osteotomy using tibial wedge allograft: a case series study. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2013; 23(1): 111-4.
37. Nam D, Cross MB, Plaskos C, Sherman S, Mayman DJ, Pearle AD: The effect of medial condylar bone loss of the knee on coronal plane stability —a cadaveric study. *Knee.* 2012; 19(5): 640-3.
38. Pornrattanamaneepong C, Numkanisorn S, Chareancholvanich K, Harnroongroj T: A retrospective analysis of medial opening wedge high tibial osteotomy for varus osteoarthritic knee. *Indian J Orthop.* 2012; 46(4): 455-61.
39. Zaki SH, Rae PJ: High tibial valgus osteotomy using the Tomofix plate—medium-term results in young patients. *Acta Orthop Belg.* 2009; 75(3): 360-7.
40. Strecker W, Müller M, Urschel C: High tibial closed wedge valgus osteotomy. *Oper Orthop Traumatol.* 2014; 26(2): 196-205.
41. D'Entremont AG, McCormack RG, Horlick SG, Stone TB, Manzary MM, Wilson DR: Effect of opening-wedge high tibial osteotomy on the three-dimensional kinematics of the knee. *Bone Joint J.* 2014; 96-B(9): 1214-21.
42. Huizinga MR, Brouwer RW, van Raaij TM: High tibial osteotomy: closed wedge versus combined wedge osteotomy. *BMC Musculoskelet Disord.* 2014; 15: 124.
43. Robinson PM, Papanna MC, Somanchi BV, Khan SA: High tibial osteotomy in medial compartment osteoarthritis and varus deformity using the Taylor spatial frame: early results. *Strategies Trauma Limb Reconstr.* 2011; 6(3): 137-45.
44. Saragaglia D, Chedal-Bornu B: Computer-assisted osteotomy for valgus knees: medium-term results of 29 cases. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2014; 100(5): 527-30.
45. Haviv B, Bronak S, Thein R, Thein R: The results of corrective osteotomy for valgus arthritic knees. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2013; 21(1): 49-56.
46. Hankemeier S, Mommesen P, Krettek C, Jagodzinski M, Brand J, Meyer C, et al: Accuracy of high tibial osteotomy: comparison between open and closed-wedge technique. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2010; 18(10): 1328-33.
47. Petersen W, Forkel P: Medial closing wedge osteotomy for correction of genu valgum and torsional malalignment. *Oper Orthop Traumatol.* 2013; 25(6): 593-607.
48. Saithna A, Kundra R, Getgood A, Spalding T: Opening wedge distal femoral varus osteotomy for lateral compartment osteoarthritis in the valgus knee. *Knee.* 2014; 21(1): 172-5.
49. Brinkman JM, Luites JW, Wymenga AB, van Heerwaarden RJ: Early full weight bearing is safe in open-wedge high tibial osteotomy. *Acta Orthop.* 2010; 81(2): 193-8.
50. McNamara I, Birmingham TB, Fowler PJ, Giffin JR: High tibial osteotomy: evolution of research and clinical applications—a Canadian experience. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2013; 21(1): 23-31.
51. Nourbakhsh M, Motifard M, Shemshaki H, Etemadifar MR, Zarezade A, Farajzadegan Z, et al: Efficacy of tibial proximal osteotomy in correction of lower limb alignment indexes in patients with osteoarthritis in medial compartment of knee. *Med Arh.* 2012; 66(1): 58-60.
52. Staubli AE, Jacob HA: Evolution of open-wedge high-tibial osteotomy: experience with a special angular stable device for internal fixation without interposition material. *Int Orthop.* 2010; 34(2): 167-72.