

## **PENGARUH LATIHAN ISOTONIK TERHADAP KEMAMPUAN FUNGSIONAL DAN KEKUATAN OTOT ABDUKTOR, ADDUKTOR PANGGUL DAN KUADRISSEP FEMORIS PADA OSTEOARTRITIS LUTUT**

*Yuliati Santoso, Joudy Gessal, Julius H. Lolombulan*

*SMF Rehabilitasi Medik/PPDS-1 Ilmu Kedokteran Fisik dan Rehabilitasi  
Fakultas Kedokteran Universitas Sam Ratulangi  
Email: [yulisant74@gmail.com](mailto:yulisant74@gmail.com)*

### **ABSTRACT**

Objective: Analyze the effect of isotonic exercise on functional abilities and abductor, adductor muscle strength of hip and quadriceps femoris on knee osteoarthritis. Method: The research design is an experimental study with one group pretest-posttest design. The subjects were 20 people with knee osteoarthritis who met the inclusion criteria and were willing to follow the study. Treatment is isotonic exercise 3 times per week for 4 weeks. The functional ability assessment using the WOMAC questionnaire and muscle strength was measured by Hand Held Dynamometer. Result: After complete 12 sessions of isotonic exercise there are significant increased of functional abilities ( $p < 0,0001$ ) and muscle strength of abductor, adductor hip and quadriceps femoris ( $p < 0,0001$ ). Conclusion: Isotonic exercise enhances the functional ability and strength muscle of abductor, adductor muscles hip and quadriceps femoris in knee osteoarthritis

Key word: Knee osteoarthritis, isotonic exercise, functional ability, muscle strength of abductor, adductor hip dan quadriceps femoris.

### **ABSTRAK**

Tujuan: Menganalisis pengaruh latihan isotonik terhadap kemampuan fungsional dan kekuatan otot abduktor, adduktor panggul dan kuadrisep femoris pada osteoartritis lutut Metode: Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan *pretest-posttest design*. Subjek sebanyak 20 orang dengan osteoartritis lutut yang memenuhi kriteria inklusi dan bersedia mengikuti penelitian ini. Perlakuan yang dilakukan adalah latihan isotonik 3 kali per minggu selama 4 minggu. Kemampuan fungsional dinilai menggunakan WOMAC dan kekuatan otot diukur dengan *Hand Held Dynamometer*. Hasil: Setelah latihan isotonik sebanyak 12 kali didapatkan peningkatan yang signifikan pada kemampuan fungsional ( $p < 0,0001$ ) dan kekuatan otot abduktor, adduktor panggul dan kuadrisep femoris ( $p < 0,0001$ ). Kesimpulan: Latihan isotonik meningkatkan kemampuan fungsional dan kekuatan otot abduktor, adduktor panggul dan kuadrisep femoris pada osteoartritis lutut

Kata kunci: Osteoartritis lutut, latihan isotonik, kemampuan fungsional, kekuatan otot abduktor, adduktor panggul dan kuadrisep femoris.

### **PENDAHULUAN**

Osteoartritis (OA) merupakan bentuk arthritis yang sering ditemukan di masyarakat, bersifat kronis, berdampak besar dalam masalah kesehatan.<sup>1,2</sup> OA menyebabkan nyeri muskuloskeletal yang dapat menyebabkan disabilitas pada populasi lanjut usia dan paling sering

ditemukan pada negara berkembang.<sup>3</sup> OA dapat menyerang sendi apa saja, namun yang paling sering terjadi di panggul, lutut, tangan, kaki dan tulang belakang.<sup>4</sup>

Pada individu yang berusia diatas 65 tahun, hanya 50% memberikan gambaran radiologis sesuai osteoartritis, meskipun hanya 10% pria dan 18% wanita

diantaranya yang memperlihatkan gejala klinis OA, dan sekitar 10% mengalami disabilitas karena OA-nya. Di Indonesia prevalensi OA lutut mencapai 5% pada usia < 40 tahun, 30% pada usia 40-60 tahun dan 65% pada usia > 61 tahun.<sup>1</sup> Di Poliklinik Rehabilitasi Medik RSUD Manembo-nembo Bitung, kunjungan baru OA selama tahun 2015 ditemukan 727 kasus OA lutut dan pada tahun 2016 berjumlah 830 kasus OA lutut, diantaranya wanita dan terbanyak berusia di atas 60 tahun.

Penderita OA menunjukkan menurunnya kemampuan fungsional yang berhubungan dengan nyeri sendi, kekakuan dan menurunnya kekuatan otot ekstremitas bawah.<sup>5</sup> Adanya kelemahan otot kuadrisep merupakan pertanda dari penyakit ini. Namun kelemahan otot pada OA lutut tidak terbatas hanya pada kuadrisep saja, otot pada tungkai bawah lainnya seperti abduktor dan adduktor panggul juga dapat mengalami kelemahan.<sup>6</sup>

Proses penyakit OA tidak hanya mengenai tulang rawan sendi lutut saja namun juga mengenai seluruh sendi, termasuk tulang subkondral, ligamentum, kapsul dan jaringan sinovial serta jaringan ikat periartikular. Pada stadium lanjut rawan sendi mengalami kerusakan yang ditandai dengan adanya fibrilasi, fissura dan ulserasi yang dalam pada permukaan sendi.<sup>7</sup> Bannel dalam penelitiannya menyimpulkan bahwa terdapat penurunan kekuatan otot ekstensor lutut pada penderita OA lutut sekitar 20-40% dan juga terdapat penurunan kekuatan otot-otot sendi panggul sekitar 16-27% dibandingkan kelompok sehat.<sup>8</sup> Otot abduktor dan adduktor panggul berperan dalam menstabilkan pelvis dan trunk pada bidang frontal.<sup>9</sup> Bila ada kelemahan otot abduktor panggul maka sendi lutut berpotensi mendapat beban yang besar maka dengan intervensi latihan bertujuan untuk meningkatkan kekuatan otot abduktor panggul sebagai kontrol pelvis pada bidang frontal yang dapat mengurangi beban pada sendi.<sup>10</sup>

Penatalaksanaannya ditujukan untuk mengurangi nyeri, mempertahankan atau memperbaiki kemampuan fungsional dan mengurangi terjadinya deformitas dan instabilitas lutut serta untuk meningkatkan kualitas hidup penderita.<sup>13</sup> Penanganan konservatif pada OA termasuk pemberian pereda nyeri, obat antiinflamasi, pengurangan berat badan dan terapi latihan.<sup>14</sup>

Latihan penguatan anggota gerak bawah merupakan komponen penting dalam penanganan OA lutut.<sup>15</sup> Tapi kebanyakan penelitian ditujukan pada penguatan otot kuadrisep penderita OA lutut, dan hanya sedikit perhatian pada otot-otot anggota gerak bawah lainnya seperti otot abduktor dan adduktor panggul.<sup>16</sup> Penelitian yang dilakukan oleh Elizabeth dan kawan-kawan tentang efek latihan penguatan otot panggul menunjukkan peningkatan kekuatan otot panggul, mengurangi nyeri lutut, dan meningkatkan fungsional pada penderita OA lutut.<sup>17</sup>

## METODE PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan merupakan penelitian eksperimental dengan *pretest-posttest group design*. Penelitian akan dilakukan di RSUD manembo nembo Bitung selama 2 bulan dimulai bulan september sampai oktober 2016. Subjek penelitian adalah penderita osteoarthritis yang memenuhi kriteria inklusi. **Kriteria inklusi meliputi** (1). Usia 50-80 tahun, (2). Penderita OA lutut unilateral, dengan derajat II-III kriteria Kellgren – Lawrence, (3). Skala nyeri dengan NPS (*Numeric Pain Scale*) < 5, (4). Dapat memahami dan mengikuti petunjuk pemeriksaan, (5). Bersedia berpartisipasi dalam penelitian ini dengan menandatangani lembar persetujuan penelitian (*informed consent*) setelah mendapat penjelasan. **Kriteria eksklusi** : (1). Penyakit sendi lutut lainnya selain OA, (2). Kontraktur lutut dan kontraktur panggul, (3).Kelainan kardiovaskuler, (4). Pengobatan dengan terapi farmakologi atau

nonfarmakologi lainnya selama 2 minggu terakhir, (5). Injeksi kortikosteroid atau asam hialuronat intraartikular 6 bulan terakhir, (6). Penderita telah menjalani *total knee arthroplasty*, (7). Penderita memakai alat bantu untuk ambulasi, (8). Menolak berpartisipasi dalam penelitian. Latihan isotonik merupakan latihan dinamis dengan gerakan sendi pada luas gerak sendinya dengan menggunakan tahanan atau beban yang tetap. Tujuannya adalah untuk memaksimalkan kekuatan otot.<sup>18</sup> Repetisi maksimal (RM) adalah berat maksimal yang dapat digerakkan oleh sendi dengan LGS penuh melawan gravitasi selama beberapa waktu.<sup>19</sup> Jumlah subjek yang memenuhi kriteria inklusi dan bersedia mengikuti penelitian ini adalah 20 orang. Semua subjek dievaluasi pada awal dan akhir penelitian berupa penilaian fungsional dengan menggunakan skala WOMAC dan penilaian kekuatan otot abduktor, adduktor panggul dan kuadrisep femoris menggunakan *hand held dynamometer*. Subjek mendapat perlakuan berupa latihan isotonik sebanyak 3 kali seminggu selama 4 minggu. Latihan isotonik dengan intensitas 40% dari 1 RM, 15 kali repetisi, 3 seri latihan dan istirahat 30 detik untuk tiap seri. Program latihan mencakup (a) pemanasan : peregangan otot abduktor, adduktor panggul dan otot kuadrisep femoris selama enam detik sebanyak tiga kali pengulangan untuk setiap otot. (b) Latihan inti : Posisi berdiri pada latihan isotonik otot abduktor, adduktor panggul dan posisi duduk pada latihan isotonik otot kuadrisep femoris. Pada kaki yang akan dilatih dipasang pemberat kaki. Sebelumnya sudah di tentukan beban yang akan digunakan setiap subjek sesuai dengan diagram holten. Subjek akan melakukan gerakan abduksi, adduksi panggul dan ekstensi lutut pada kaki yang akan di latih. Latihan isotonik sebanyak 3 seri dengan repetisi 15 kali

dengan istirahat 30 detik untuk tiap seri. Pendinginan : peregangan otot abduktor, adduktor panggul dan kuadrisep femoris selama enam detik sebanyak tiga kali pengulangan untuk setiap otot. Evaluasi kemampuan fungsional dan kekuatan otot abduktor, adduktor panggul dan kuadrisep femoris dilakukan pada sebelum dan sesudah perlakuan (3 kali seminggu selama 4 minggu).

#### **Analisis data**

Uji statistik menggunakan SPSS. Analisis deskriptif untuk karakteristik pasien. Uji normalitas Kolmogorov-Smirnov dengan signifikansi  $p > 0,05$  untuk pengamatan statistik parametrik. Analisis inferensial : dengan uji komparatif untuk mengetahui perbedaan variabel sebelum dan setelah perlakuan dengan uji t berpasangan untuk data yang berdistribusi normal dan uji *Wilcoxon Signed Rank Test* untuk data yang tidak berdistribusi normal.

#### **HASIL PENELITIAN**

Subjek penelitian merupakan penderita osteoarthritis yang datang ke Poliklinik Rehabilitasi Medik RSUD Manembo-nembo Bitung dari bulan september sampai oktober 2016. Jumlah subjek yang memenuhi kriteria inklusi dan bersedia mengikuti penelitian ini 20 orang. Semua sampel mendapat perlakuan berupa latihan isotonik otot abduktor, adduktor panggul dan kuadrisep femoris 3 kali seminggu selama 4 minggu. Pada penelitian ini semua subjek menyelesaikan terapi.

#### **Karakteristik Subjek Penelitian**

Distribusi subjek penelitian menurut jenis kelamin, usia, pekerjaan, indeks massa tubuh, klasifikasi radiologi Kellgren-Lawrence disajikan pada Tabel 1, Tabel 2, Tabel 3, Tabel 4 dan Tabel 5

Tabel 1. Distribusi subjek penelitian menurut jenis kelamin

Jenis kelamin	Jumlah	Persentase
Pria	7	35%
Wanita	13	65%
Total	20	100%

Tabel 2. Distribusi subjek penelitian menurut usia

Usia (tahun)	Jumlah	Persentase
50-60	8	40%
61-70	11	55%
71-80	1	5%
Total	20	100%

Tabel 3. Distribusi subjek penelitian menurut pekerjaan

Jenis Pekerjaan	Jumlah	Persentase
Ibu Rumah Tangga	5	25%
Pensiunan PNS	7	35%
Swasta	4	20%
Pegawai Negeri Sipil (PNS)	3	15%
Purnawirawan AL	1	5%
Total	20	100 %

Tabel 4. Distribusi subjek penelitian menurut indeks massa tubuh

Indeks Massa Tubuh	Jumlah	Persentase
Normal	1	5%
<i>Overweight</i>	17	85%
Obesitas I	2	10%
Total	20	100%

Tabel 5. Distribusi subjek penelitian menurut klasifikasi radiologi Kellgren dan Lawrence

Kellgren Lawrence	Frekuensi	Persentase
2	7	35%
3	13	65%
Total	20	100 %

### Efek Latihan Isotonik Terhadap Kemampuan Fungsional

Efek latihan isotonik terhadap kemampuan fungsional akan disajikan pada tabel 6

Tabel 6. Perbandingan nilai indeks WOMAC sebelum dan sesudah pemberian latihan isotonik.

	Kemampuan Fungsional Sebelum	Kemampuan Fungsional Sesudah	<i>Wilcoxon Signed Ranks Test</i>
N	20	20	
Minimum	32,29	10,41	Z = -3,923
Maksimum	71,87	54,16	(p<0,0001)
Median	47,91	16,66	
Rerata	51,25	20,62	
Simpangan baku	12,529	12,336	

### Efek Latihan Isotonik Terhadap Kekuatan Otot Abduktor, Adduktor Panggul dan Kuadrisep Femoris

Efek latihan isotonik terhadap kekuatan otot abduktor, adduktor panggul dan kuadrisep femoris akan disajikan pada tabel 7, Tabel 8 dan Tabel 9.

Tabel 7. Perbandingan kekuatan otot abduktor panggul sebelum dan sesudah latihan isotonik.

	KO Abduktor Sebelum	KO Abduktor Sesudah	Uji t
N	20	20	
Minimum	5,90	7,10	
Maksimum	11,70	13,90	t = -
Median	10,20	11,80	10,401
Rerata	9,82	11,72	(p<0,0001)
Simpangan Baku	1,34	1,491	

Tabel 8. Perbandingan kekuatan otot adduktor panggul sebelum dan sesudah latihan isotonik.

	KO Adduktor Sebelum	KO Adduktor Sesudah	Uji t
N	20	20	
Minimum	5,40	6,80	t = -10,747
Maksimum	10,40	12,60	(p<0,0001)
Median	8,65	10,75	
Rerata	8,49	10,41	
Simpangan Baku	1,35	1,39	

Tabel 9. Perbandingan kekuatan otot kuadrisep femoris sebelum dan sesudah latihan isotonik.

	Kuadrisep femoris Sebelum	Kuadrisep femoris Sesudah	<i>Wilcoxon Signed Ranks Test</i>
N	20	20	
Minimum	7,80	9,90	Z = - 3,924
Maksimum	12,90	14,50	P<0,0001
Median	11,00	12,85	
Rerata	10,73	12,72	
Simpangan Baku	1,441	1,195	

## BAHASAN

Pada penelitian ini 20 subjek diberikan perlakuan latihan isotonik pada otot abduktor, adduktor panggul dan kuadrisep femoris. Semua subjek mengikuti penelitian sampai selesai sebanyak 12 kali, 3 kali seminggu selama 4 minggu. Dari karakteristik subjek didapatkan sebagian besar wanita sebanyak 13 orang (65 %) dan sisanya 7 orang pria (35 %). Dalam penelitian Dr. O'Connor, jenis kelamin perempuan merupakan faktor risiko terjadinya osteoarthritis.<sup>20</sup> Osteoarthritis lutut merupakan penyakit degeneratif dimana didapatkan sekitar 17% pada usia lebih dari 45 tahun dan sekitar 40 % pada usia lebih dari 65 tahun.<sup>13</sup> Usia subjek yang mengikuti penelitian ini adalah 50-76 tahun. Kelompok usia subjek yang terbanyak adalah berusia 61-70 tahun berjumlah 11 orang (55%), kelompok usia 50-60 tahun berjumlah 8 orang (40%), dan kelompok usia 71-80 tahun berjumlah 1 orang (5%). Proses penuaan dianggap sebagai penyebab peningkatan kelemahan di sekitar sendi, penurunan kelenturan sendi, kalsifikasi tulang rawan dan menurunkan fungsi kondrosit, yang semuanya mendukung terjadinya OA. Pada penelitian ini sebagian besar subjek adalah pensiunan PNS, setelah tidak bekerja sebagai PNS subjek tersebut hanya melakukan aktifitas pekerjaan yang

berhubungan dengan pekerjaan rumah tangga, misalnya mencuci atau mengepel lantai dengan posisi berjongkok. Kegiatan tersebut merupakan faktor risiko terjadinya OA lutut. Menurut Zhang, berjongkok merupakan faktor predisposisi terjadinya osteoarthritis lutut. Dengan berjongkok dalam waktu yang lama, akan meningkatkan resiko terjadinya OA lutut pada usia lanjut.<sup>21</sup> Pada penilaian Indeks Massa Tubuh (IMT) subjek yang mengikuti penelitian ini terbanyak memiliki IMT *overweight* yaitu 17 subjek (85%), subjek yang memiliki IMT obesitas I sebanyak 2 orang (10%), dan yang memiliki IMT normal sebanyak 1 orang (5%). Peningkatan berat badan akan melipat gandakan beban sendi lutut saat berjalan, dapat disimpulkan bahwa semakin berat tubuh akan meningkatkan risiko terjadinya OA lutut. Berdasarkan klasifikasi radiologi, subjek terbanyak masuk dalam klasifikasi Kellgren-Lawrence 3 yang berjumlah 13 orang (65%), sedangkan subjek yang masuk dalam klasifikasi Kellgren-Lawrence 2 berjumlah 7 orang (35%). Proses terjadinya osteoarthritis melibatkan keseluruhan dari persendian yang terdiri dari kartilago, tulang, ligamen dan otot, pada pemeriksaan radiologi digambarkan dengan adanya celah sendi yang menyempit, osteofit dan sklerotik. Walaupun pemeriksaan radiologi membantu mendiagnosis OA, namun tidak ada korelasi antara tingkat keparahan dan

nyeri dengan hasil radiologi berdasar klasifikasi Kellgren Lawrence.<sup>15</sup>

- a. Penilaian kemampuan fungsional menggunakan skor indeks WOMAC.

Tabel 6. Menunjukkan perbandingan skala WOMAC sebelum dan sesudah latihan isotonik terdapat perbaikan yang signifikan sebesar  $p < 0,0001$  setelah minggu keempat. Hal ini mengindikasikan bahwa pemberian latihan isotonik pada otot abduktor, adduktor panggul dan kuadrisep femoris memperbaiki fungsi fisik dalam melakukan aktifitas sehari-hari. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Bennel K.L, dan kawan-kawan, yang menyimpulkan bahwa dengan latihan penguatan otot abduktor dan adduktor panggul dapat mengurangi nyeri dan memperbaiki fungsi fisik penderita OA.<sup>17</sup> Demikian juga pada penelitian Elizabeth dan kawan-kawan, dengan latihan penguatan otot abduktor panggul dapat mengurangi nyeri dan didapatkan perbaikan dalam aktifitas fisik sehari-hari.<sup>22</sup>

- b. Penilaian kekuatan otot abduktor, adduktor panggul dan kuadrisep femoris.

Tabel 7. Menunjukkan perbedaan yang bermakna rerata kekuatan otot abduktor panggul sebelum dan sesudah pemberian latihan isotonik ( $p < 0,0001$ ).

Tabel 8. Menunjukkan perbedaan yang bermakna rerata kekuatan otot adduktor panggul sebelum dan sesudah pemberian latihan isotonik ( $p < 0,0001$ ).

Tabel 9. Menunjukkan perbedaan yang bermakna rerata kekuatan otot kuadrisep femoris sebelum dan sesudah pemberian latihan isotonik ( $p < 0,0001$ ).

. Setelah dilakukan latihan isotonik selama 12 kali tidak ada subjek yang mengeluhkan pertambahan nyeri, serta

didapatkan peningkatan bermakna dari kekuatan otot abduktor, adduktor panggul dan kuadrisep femoris sebesar  $p < 0,0001$ . Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan Thorp dan kawan-kawan menemukan adanya peningkatan kekuatan otot kuadrisep femoris pada subjek yang diberikan penambahan latihan penguatan isometrik dan isokinetik otot abduktor panggul.<sup>23</sup> Peningkatan kekuatan otot yang signifikan ini disebabkan oleh peningkatan jumlah myofibril, peningkatan kepadatan pembuluh darah kapiler dan peningkatan kualitas jaringan ikat, tendon, dan ligamen. Selain itu peningkatan kekuatan otot disebabkan perubahan biokimia yaitu peningkatan konsentrasi kreatinin dan peningkatan glikogen.<sup>24</sup>

#### **Keterbatasan Penelitian**

Penelitian ini tidak memisahkan antara subjek yang diberikan latihan isotonik otot abduktor, adduktor panggul dan kuadrisep femoris. Penilaian secara terpisah dari masing-masing kekuatan otot tersebut, bertujuan untuk melihat latihan isotonik pada otot mana terdapat peningkatan kekuatan otot dan kemampuan fungsional yang signifikan. Keterbatasan lainnya adalah tidak dilakukan pemeriksaan untuk melihat adanya peningkatan konsentrasi kreatinin dan glikogen pada pemeriksaan secara biokimia.

#### **SIMPULAN**

Latihan isotonik 3 kali seminggu selama 4 minggu dapat meningkatkan kemampuan fungsional dan kekuatan otot abduktor, adduktor panggul dan kuadrisep femoris pada osteoarthritis lutut

#### **Daftar pustaka**

1. Rekomendasi IRA untuk Diagnosis dan penatalaksanaan Osteoarthritis. 2014:1-42.
2. Tulaar Angela BM. Sudut FTA dan Nyeri pada Osteoarthritis Lutut. Maj

- Kedokt Indon, Volum: 59, Nomor: 10, Oktober 2009
3. Iwamoto Jun, Sato Y, Takeda T, Matsumoto H. Effectiveness of exercise for osteoarthritis of the knee: A review of the literatur. *J World J Orthop* 2011 May 18;2(5): 37-42
  4. Woolf AD, Pfleger B. Burden of Major Musculoskeletal Conditions. *Bulletin of World Health Organization*. 2003. 81 (9) ; 646 – 56.
  5. Liikavainio T, Lyytinen T, Tyrväinen E, Sipilä S, Arokoski JP. Physical function and properties of quadriceps femoris muscle in men with knee osteoarthritis. *Arch Phys Med Rehabil*. 2008;89(11):2185-2194
  6. Andriacchi TP, Mundermann A. The role of ambulatory mechanics in the initiation and progression of knee osteoarthritis. *Curr Opin Rheumatol* 2006 Sep;18(5):514-8.
  7. Flores RH, Hocberg MC. Defenition and Classification of Osteoarthritis. In. *Osteoarthritis 2<sup>nd</sup> Edition*. Oxford University 2003
  8. Hinman RS, Hunt MA, Creaby MW, Wrigley TV, McManus FJ, Bennel KL. Hip Muscle Weakness in Individuals with Medial Knee Osteoarthritis. Vol.62, no.8, August 2010; 1190-93
  9. Chang A, Hurwitz D, Dunlop D, Song J, Cahue S, Hayes K, et al. The relationship between toe-out angle during gait and progression of medial tibiofemoral osteoarthritis. *Ann Rheum Dis* 2007 Oct;66(10):1271-5
  10. Chang A, Hayes K, Dunlop D, Song J, Hurwitz D, Cahue S, et al. Hip abduction moment and protection against medial tibiofemoral osteoarthritis progression. *Arthritis Rheum* 2005 Nov;52(11):3515-9
  11. Thorp L.E. Wimmer M.A. Foucher K.C. Sumner D.R. Shakoor N. Block J.A. The biomechanical effects of focused muscle training on medial knee loads in OA of the knee: a pilot, proof of concept study. *J.Musculoskelet Neuronal Interac* 2010;10(2):166-173.
  12. Yamada H, Koshino T, Sakai N, Saito T. Hip adductor muscle strength in patients with varus deformed knee. *Clin Orthop Relat Res* 2001 May;(386):179-85.
  13. Fransen M, Nairn L, Winstanley J, et al. Physical activity for osteoarthritis management: a randomizedcontrolled clinical trial evaluating hydrotherapy or Tai Chi classes. *Arthritis Rheum*. 2007 Apr 15;57(3):407-14. PMID: 17443749.
  14. Hunter DJ, Harvey W, Gross KD, et al. A randomized trial of patellofemoral bracing for treatment of patellofemoral osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage*. 2011 Jan 11PMID: 21232620.
  15. Bannel K.L, Michael A.Hunt, Wrigley Tim V, Hunter D.J. Hinman Rana S. The effect of hip muscle strengthening on knee load, pain, and function in people with knee osteoarthritis: a protocol for a randomised, single-blind controlled trial. *BMC Musculoskeletal Disorders* 2007,8:121
  16. Mikesky AE, Meyer A, Thompson KL: Relationship between quadriceps strength and rate of loading during gait in women. *Journal of Orthopaedic Research* 2000, 18(2):171-175
  17. Sled A. Elizabeth. Khoja Latif. Deluzio Kevin J. Olney J. Sandra. Culham E.G. Research Report. Effect of Home Program of Hip Abductor Exercises on Knee Joint Loading, Strength, Function, and Pain in People with Knee Osteoarthritis:A Clinical Trial. Vol.90;Number 6;Physical therapy;June 2010;895-904

18. Stitik Todd P, Foye Patrick M, Stistik Doreen, Nadler Robert R. Osteoarthritis. Physical Medicine & Rehabilitation: Principles and Practice, 4th Edition. Editors: DeLisa, Joel A. Lippincott Williams & Wilkins. 2005;766-785
19. Hogle T, Geurs J, Nuesch C, Muller-Gerble M, Valderrabanol V. Aging and Osteoarthritis: An Inevitable Encounter. Journal of Aging Research. 2012.
20. Pratiwi A.I. Diagnosis And Treatment Osteoarthritis. Artikel Review. J Majority. Volume 4 Nomor 4; Februari 2015
21. Zhang Y, Hunter DJ, Nevitt MC, et al. Association of squatting with increased prevalence of radiographic tibiofemoral knee osteoarthritis: the Beijing Osteoarthritis Study. Arthritis Rheum 2004; 50: 1187-92.
22. Felson DT. Epidemiology of Osteoarthritis. In. Osteoarthritis 2<sup>nd</sup> Edition. Oxford University, 2003
23. Thorp LE, Sumner DR, Block JA, Moio KC, Shott S, Wimmer MA. Knee joint loading differs in individuals with mild compared with moderate medial knee osteoarthritis. Arthritis and Rheumatism 2006;54(12):3842-9.
24. Knee Pain. In: Cailiet R, ed. Soft Tissue Pain and Disability. Singapore: FA Davis Company, 1992;. 266-305.