



Pengaruh *Quadriceps Strengthening Exercise* untuk Meningkatkan Aktifitas Fungsional pada *Osteoarthritis Knee*: Study Narrative Review

Ananda Ike Septiani^{1*}, Riska Risty Wardhani²

^{1,2}Fakultas Ilmu Kesehatan Program Studi Fisioterapi Sarjana, Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta

*Email: nandaaike@gmail.com

Abstrak

Keywords:
*quadriceps
sthrengtening
exercise; aktifitas
fungsional;
osteoarthritis knee*

Osteoarthritis (OA) adalah bentuk arthritis yang paling umum. Beberapa orang menyebutnya penyakit degeneratif yaitu proses dimana kondisi tubuh organ serta jaringan akan memburuk dari waktu ke waktu akibat dari proses penuaan. Ini paling sering terjadi di tangan, pinggul, dan lutut. Quadriceps Sthrengtening Exercise merupakan komponen penting dari program latihan untuk Osteoarthritis lutut, hal ini karena kelemahan paha depan sering ditemukan pada orang dengan Osteoarthritis lutut telah terlibat dalam patogenesis penyakit dan dikaitkan dengan keparahan nyeri, disfungsi fisik dan penurunan fungsional. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui dan menganalisis pengaruh Quadriceps Sthrengtening Exercise untuk meningkatkan aktifitas fungsional pada Osteoarthritis Knee. Metode penelitian yang digunakan yaitu narrative review dengan framework PICO (Population, Intervention, Comparison, Outcome). Mengidentifikasi artikel menggunakan database yang relevan (Google scholar, PubMed) dengan kata kunci yang disesuaikan. Seleksi artikel dengan menggunakan PRISMA flowchart. Hasil keseluruhan pencarian 2 database terdapat 173 artikel. Setelah dilakukan seleksi artikel menggunakan PRISMA flowchart diperoleh 17 jurnal yang membuktikan efektivitas quadriceps sthrengtening exercise untuk meningkatkan aktifitas fungsional pada osteoarthritis knee. Pemberian quadriceps sthrengtening exercise efektif dalam meningkatkan aktifitas fungsional pada osteoarthritis knee.

1. PENDAHULUAN

Osteoarthritis (OA) adalah gangguan sendi paling umum di Amerika Serikat. Gejala OA lutut terjadi pada 10% pria dan 13% pada wanita berusia 60 tahun atau lebih. Jumlah orang yang terkena gejala OA kemungkinan besar akan meningkat karena penuaan populasi dan epidemi obesitas. Berdasarkan Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) tahun 2018 Prevalensi Penyakit Sendi berdasarkan Diagnosis Dokter pada Penduduk Umur ≥ 15 Tahun di Indonesia sebesar 7,3 % sedangkan di Provinsi Aceh memiliki prevelensi yang cukup tinggi yaitu 13,26 % (Riskesdas, 2018). Di Indonesia angka *osteoarthritis* total mencapai 36,5 juta orang dan 40 % berasal

dari populasi usia di atas 70 tahun menderita *osteoarthritis* dan 80 % mempunyai keterbatasan gerak dalam berbagai derajat dari ringan sampai berat [1].

Osteoarthritis Knee adalah kontributor terbesar untuk gangguan kemampuan fungsional pasien *Osteoarthritis Knee*, kemampuan fungsional adalah suatu proses untuk mengetahui kemampuan pasien dalam melakukan aktivitas spesifik dalam hubungannya dengan rutinitas kehidupan sehari-hari yang terintegrasi dalam lingkungan aktivitasnya. Sedangkan ketidakmampuan fungsional, adalah suatu ketidakmampuan melaksanakan



suatu aktivitas atau kegiatan tertentu sebagaimana layaknya orang normal yang disebabkan oleh kondisi kehilangan atau ketidakmampuan baik psikologis, fisiologis, maupun kelainan struktur atau fungsi anatomis [2].

Quadriceps Strengthening merupakan komponen penting dari program latihan untuk OA lutut, hal ini karena kelemahan paha depan sering ditemukan pada orang dengan OA lutut telah terlibat dalam patogenesis penyakit dan dikaitkan dengan keparahan nyeri, disfungsi fisik dan penurunan fungsional [3]. Terapi *osteoarthritis knee* yang dapat mengurangi rasa sakit, meningkatkan status fungsional, kemampuan berjalan, fleksi dari sendi lutut pada pasien osteoarthritis knee, dan untuk meningkatkan penguatan pada sendi [4].

Studi menunjukkan *Quadriceps Strengthening Exercise* memiliki efek jangka pendek yang lebih baik untuk menghilangkan nyeri sendi, kekakuan dan dalam meningkatkan aktifitas fungsional [5].

Dengan adanya beberapa teori dan penelitian terdahulu mengenai penggunaan *Quadriceps Strengthening Exercise* untuk

meningkatkan Aktifitas fungsional pada penderita *Osteoarthritis Knee*, menjadi alasan penulis untuk melakukan penelitian yang membahas mengenai pengaruh, cara pelaksanaan serta dosis yang efektif dalam pemberian intervensi.

Dalam *narrative review* ini penulis mengambil rumusan masalah apakah ada pengaruh *Quadriceps Strengthening Exercise* terhadap peningkatan Aktifitas fungsional pada kondisi *Osteoarthritis Knee*?

2. METODE

Metode yang digunakan adalah *narrative review* dengan identifikasi PICO (*Problem/Population/Patient, Intervention, Comparison dan Outcome*)

Tabel 1. PICO

PICO	Keterangan
P (<i>Population/patient/problem</i>)	<i>Osteoarthritis Knee</i>
I (<i>Intervention</i>)	<i>Quadriceps Strengthening Exercise</i>
C (<i>Comparison</i>)	<i>Other Exercise</i>
O (<i>Outcome</i>)	Aktifitas fungsional

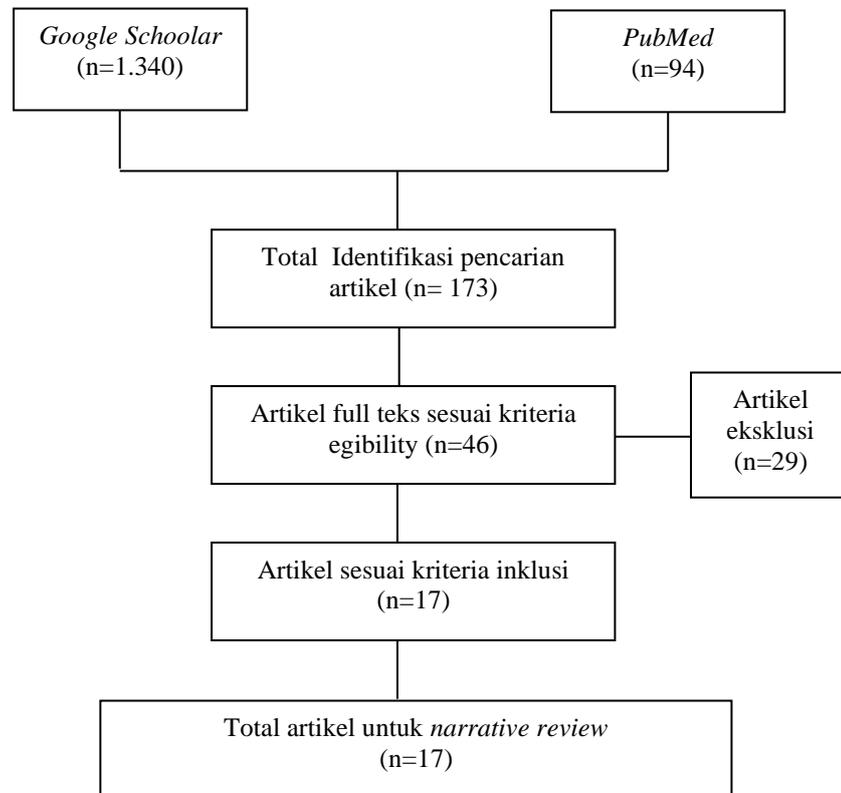
Tabel 2. Framework Kriteria Inklusi dan Eksklusi

Kriteria Inklusi	Kriteria Eksklusi
a. Artikel yang berisi <i>full text</i>	Artikel di bawah tahun 2011
b. Artikel dalam bahasa Inggris dan bahasa Indonesia	Artikel yang di <i>publish</i> dalam artikel berbayar Artikel dalam bentuk naskah publikasi
c. Artikel yang membahas pengaruh <i>Quadriceps Strengthening Exercise</i> untuk peningkatan aktifitas fungsional kondisi <i>osteoarthritis knee</i> pada orang dewasa	
Artikel yang membahas <i>Osteoarthritis Knee</i> pada <i>grade 1,2 dan 3</i>	

Pencarian artikel menggunakan 2 database yaitu *Google Scholar* dan *PubMed* dengan keywords "*Osteoarthritis Knee*" OR "*Quadriceps Strengthening Exercise*" AND "*Muscle Strength*" AND "*Functional Activity*"



Proses *screening* artikel disajikan dalam bagan berikut:



Gambar 1. Proses *Screening* Artikel



3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 3. Penyajian Hasil Ulasan Narasi

No	Judul Penelitian/ Penulis/ Tahun	Negara	Tujuan Penelitian	Jenis Penelitian	Pengumpulan Data	Populasi/ Jumlah Sampel	Hasil Penelitian
1.	Comparative Study of Hamstring and Quadriceps Strengthening Treatments in the Management of Knee Osteoarthritis [6].	Saudi Arabia	Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan perlakuan <i>hamstring</i> dan <i>quadriceps sthrengthening exercise</i> dalam pengelolaan <i>osteoarthritis knee</i> .	<i>Eksperiment al</i> dengan rancangan penelitian <i>Pre and Post Test Two Group Design</i> .	<i>Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC)</i>	Jumlah sampel penelitian ini berjumlah 40 pasien dengan OA lutut, berusia 50-65 tahun dibagi menjadi 2 kelompok	Hasil penelitian ada pengaruh <i>hamstring</i> dan <i>quadriceps sthrengthening exercise</i> untuk meningkatkan nyeri lutut subjektif, rentang gerak dan mengurangi keterbatasan kinerja fungsional pasien dengan <i>osteoarthritis knee</i> .
2.	Effect of Isometric Quadriceps Exercise on Muscle Strength, Pain, and Function in Patients with Knee Osteoarthritis: A Randomized Controlled Study [5].	India	penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh <i>quadriceps isometric exercise</i> pada kekuatan otot, nyeri, dan fungsi pada <i>osteoarthritis knee</i> .	RCT dengan rancangan penelitian <i>Pre and Post Test Two Group Design</i>	<i>Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC)</i>	Jumlah sampel pada penelitian ini berjumlah 42 berusia 40-65 tahun di bagi menjadi 2 kelompok.	Hasil penelitain ada pengaruh pada kekuatan otot paha depan, nyeri, dan kecacatan fungsional pada pasien dengan <i>osteoarthritis knee</i> .
3.	Comparison of weight bearing functional exercise and non-weight bearing quadriceps strengthening exercise on pain and function for people with knee osteoarthritis and obesity: protocol for the	Australia	Penelitian ini bertujuan untuk Membandingkan dua program latihan yang berbeda (latihan fungsional <i>weight bearing</i> dan penguatan <i>quadriceps nonweight</i>	RCT dengan rancangan penelitian <i>Pre and Post Test Two Group Design</i>	<i>Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC)</i>	Jumlah Sampel pada penelitian ini berjumlah 128 peserta berusia 50 tahun.	Hasil penelitian membuktikan atau menyangkal hipotesis bahwa manfaat yang lebih besar akan ditemukan dengan <i>quadriceps sthrengthening exercise</i>



	TARGET randomised controlled trial [7].		<i>bearing</i>) terhadap nyeri dan fungsi fisik pada orang 50 tahun dengan nyeri OA lutut medial dan obesitas.				<i>nonweight bearing</i> dibandingkan dengan latihan fungsional <i>weight bearing</i> bila diterapkan pada kelompok ini.
4.	Neuromuscular Versus Amerika Quadriceps Strengthening Exercise in Patients With Medial Knee Osteoarthritis and Varus Malalignment [8].		Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan pengaruh <i>neuromuscular exercise</i> (NEXA) dan <i>quadriceps strengthening (QS)</i> pada momen adduksi lutut (indikator distribusi beban lutut <i>mediolateral</i>), nyeri, dan fungsi fisik pada pasien dengan <i>osteoarthritis knee medial</i> dan <i>malalignment varus</i> .	RCT dengan rancangan penelitian <i>Pre and Post Test Two Group Design</i>	<i>Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC)</i>	Jumlah pasien pada penelitian ini berjumlah 100 pasien dengan OA lutut.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada peningkatan yang sama pada nyeri dan fungsi setelah latihan <i>neuromuskular</i> atau <i>quadriceps sthrengthening</i> pada pasien dengan <i>malalignment varus</i> sedang dan sebagian besar <i>osteoarthritis knee medial</i> sedang hingga berat.
5.	A Comparative Study To Evaluate The Effectiveness of Quadriceps Strengthening Exercises in Patients of Osteoarthritic Knee [9].	India	Penelitian ini bertujuan Untuk membandingkan Efektivitas <i>quadriceps sthrengthening exercise</i> dalam mengurangi lag ekstensor, VAS dan meningkatkan aktivitas fungsional pada pasien <i>osteoarthritis knee</i> .	<i>Eksperimental</i> dengan desain <i>pre-posttest group design</i> .	<i>Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC)</i>	Jumlah peserta pada penelitian ini 60 pasien Osteoarthritis lutut dan dibagi menjadi 3 kelompok.	Hasil penelitian ini Ketiga kelompok tersebut efektif dalam mengurangi <i>leg ekstensor</i> , nyeri dan meningkatkan aktivitas fungsional pada pasien dengan <i>osteoarthritis knee</i> .
6.	Perbandingan Efektivitas	Indonesia	Penelitian ini bertujuan	<i>Quasi</i>	<i>Knee Injury and</i>	Jumlah peserta pada	Hasil peneltia ini



	Retrowalking dan Quadricep Strengthening Exercise Terhadap Peningkatan Activity of Daily Living Pada Lansia yang Terkena Osteoarthritis Knee di Puskesmas Kendal Kerep Kota Malang [4].		untuk mengetahui perbandingan efektifitas <i>retrowalking</i> dan <i>quadricep strengthening</i> terhadap peningkatan ADL pada lansia yang terkena <i>osteoarthritis knee</i> di Puskesmas Kendal Kerep Kota Malang	<i>Experimental Osteoarthritis Outcome Scores</i> (KOOS). penelitian dengan rancangan penelitian <i>Pre and Post Test Two Group Design</i> .	penelitian berjumlah 31 pasien.	ini menunjukkan <i>quadricep strengthening exercise</i> adanya perubahan peningkatan <i>ADL.retrowalking</i> menyimpulkan bahwa adanya perubahan peningkatan ADL. tidak ada beda pengaruh <i>quadricep strengthening</i> dan <i>retrowalking</i> terhadap peningkatan ADL pada pasien <i>osteoarthritis knee</i> di Puskesmas Kendal Kerep Kota Malang.	
7.	Effect of eccentric isokinetic strengthening in the rehabilitation of patients with knee osteoarthritis: Isogo, a randomized trial [10].	Perancis	penelitian ini bertujuan untuk menunjukkan keunggulan peningkatan <i>torsi isokinetik quadriceps</i> setelah penguatan otot <i>isokinetik</i> dengan mode <i>eksentrik</i> dibandingkan dengan mode <i>konsentris</i>	RCT dengan rancangan penelitian <i>Pre and Post Test Two Group Design</i>	<i>Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC)</i>	Jumlah peserta pada penelitian ini berjumlah 80 pasien	Hasil penelitian ini menunjukkan dalam hal keunggulan latihan eksentrik, prioritas dapat diberikan pada pelatihan eksentrik dalam perawatan rehabilitasi pasien <i>osteoarthritis knee</i> .
8.	Effect Of Sel-Management Education Versus Quadriceps Sthrengthening Exercice On Pain and Function In Patients With Knee Osteoarthritis [11].	Nigeria	Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki dan membandingkan efek dari 6 minggu <i>self-management education</i> (SME) dan <i>quadriceps</i>	<i>Experimental dengan desain pre-posttest group design</i> .	<i>Ibadan Knee/Hip Osteoarthritis Outcome Measure (IKHOAM)</i> .	Jumlah peserta pada penelitian ini berjumlah 79 (13 laki-laki, 66 perempuan).	Hasil penelitian menunjukkan bahwa QSE dan SME yang diawasi keduanya efektif dalam mengurangi rasa sakit dan kecacatan pada OA lutut



			<i>strengthening exercises</i> (QSE pada nyeri dan kecacatan pada individu dengan <i>osteoarthritis knee</i> .				tetapi peningkatan hasil lebih baik dipertahankan dengan SME.
9.	Quadriceps strengthening exercises may not change pain and function in knee osteoarthritis [12].	Iran	Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki apakah kekuatan otot paha depan meningkat dengan berkurangnya rasa sakit, meningkatkan aktivitas fungsional pada <i>osteoarthritis knee</i> .	<i>Eksperimental dengan desain pre-posttest group design.</i>	<i>Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC).</i>	Jumlah peserta pada Penelitian ini berjumlah 24 subjek dengan KOA.	Penelitian ini menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan yang dapat diterima antara kekuatan otot <i>quadriceps</i> dengan nyeri dan aktivitas fungsional akibat terapi protokol latihan kekuatan pada pasien OA lutut. Tampaknya salah satu hasil latihan kekuatan pada OA lutut adalah peningkatan kekuatan otot yang tidak tergantung pada hasil lainnya.
10.	Effect of quadriceps strengthening exercises on quadriceps and knee biomechanics during walking in adults with knee osteoarthritis: a randomized controlled trial [13].	USA	Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh <i>quadriceps strengthening</i> pada produksi <i>quadriceps muscle strength</i> dan pembebanan sendi <i>tibio-femoral</i> selama berjalan pada orang dewasa dengan <i>osteoarthritis knee</i> .	RCT dengan rancangan penelitian <i>Pre and Post Test Two Group Design</i>	<i>Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC).</i>	Jumlah peserta pada Penelitian ini berjumlah 30 subjek dengan KOA.	Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa meskipun ada peningkatan kekuatan, nyeri, dan fungsi, latihan penguatan paha depan tidak mengubah kekuatan paha depan atau beban lutut selama berjalan rata pada orang dewasa dengan <i>osteoarthritis knee</i> .



Berdasarkan hasil dari pembahasan 10 artikel diatas akan diuraikan hasil penelitian mengenai pengaruh Quadriceps Strengthening Exercise terhadap peningkatan aktifitas fungsional pada *Osteoarthritis Knee*, berikut uraian nya:

Instrumen alat ukur yang digunakan seperti *Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC)*, *Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Scores (KOOS)*, dan *Ibadan Knee/HIP Osteoarthritis Outcome (IKHOAM)* dengan instrumen alat ukur yang paling banyak di gunakan yaitu *Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC)*.

Di temukan ada bukti bahwa disfungsi otot terlibat dalam patogenesis OA lutut. Otot tungkai bawah adalah penyangga alami sendi lutut dan keselarasan yang tidak tepat pada lutut dapat berasal dari proksimal, dan bahwa produksi kekuatan yang buruk akibat kelemahan otot dapat menjadi faktor yang pada akhirnya menyebabkan tekanan pada lutut. Otot berperan besar dalam struktur dan fungsi sendi, seperti ditunjukkan oleh tidak digunakannya atrofi otot quadriceps femoris yang menyertai nyeri sendi lutut, kelemahan otot quadriceps telah dicatat oleh *American Academy of Orthopedic Surgeons* sebagai faktor risiko kerusakan struktural sendi lutut, Kelemahan otot mempengaruhi stabilitas anteroposterior sendi lutut dan membuat pasien merasa tidak stabil, menyebabkan penurunan kepercayaan diri dan penurunan kinerja dan kemandirian dalam aktivitas sehari-hari, menyebabkan kecacatan dan disfungsi pada pasien *osteoarthritis knee*

Dari *review* 10 jurnal didapatkan rata-rata dosis yang digunakan berkisar Dosis pelaksanaan *quadriceps threnghening exercise* berdasarkan dari jurnal yang telah di *review* kebanyakan menggunakan dosis dengan 5-10 *repetisi* di mulai dari 1 *set* dan dapat bertambah setiap minggu nya.

Perbedaan yang signifikan antara tindakan nyeri sebelum dan sesudah perawatan karena peningkatan kekuatan otot *quadriceps* Ini memecah siklus nyeri dengan mengurangi kejang otot, meningkatkan kekuatan otot dan meningkatkan sirkulasi,

yang menurunkan konsentrasi metabolit. Peningkatan kekuatan otot paha depan juga meningkatkan ROM dan kinerja fungsional, peningkatan ROM ekstensi lutut terjadi sekunder untuk pengurangan nyeri, yang bertanggung jawab untuk peningkatan fungsi otot. Di dapatkan dari semua artikel yang telah penulis *review* membuktikan bahwa quadriceps sthrengthening efektif dalam meningkatkan aktifitas fungsional pada kondisi pasien dengan *osteoarthritis knee*.

4. KESIMPULAN

Pemberian intervensi berupa *quadriceps threnghening exercise* terbukti efektif dalam meningkatkan kemampuan fungsional pada penderita *osteoarthritis knee*.

REFERENSI

REFERENSI

- [1] M. R. Sonjaya, D. Rukanta, and Widayanto, "Karakteristik Pasien Osteoarthritis Primer di Poliklinik Ortopedi Rumah Sakit Al-Islam Bandung Tahun 2014," *Proseding Pendidik. Dr.*, vol. 1, no. 2, pp. 506–512, 2015.
- [2] D. Handayani and D. D. Ramadanti, "Pengaruh Latihan Isometrik terhadap Kemampuan Fungsional Lansia Penderita Osteoarthritis di Desa Ambokembang," pp. 1030–1038, 2019.
- [3] K. L. Bennell *et al.*, "Comparison of neuromuscular and quadriceps strengthening exercise in the treatment of varus malaligned knees with medial knee osteoarthritis: A randomised controlled trial protocol," *BMC Musculoskelet. Disord.*, vol. 12, no. 1, p. 276, 2011, doi: 10.1186/1471-2474-12-276.
- [4] R. Rosadi, S. Sunaringsih, I. Wardoyo, and P. S. Fisioterapi, "Perbandingan Efektivitas Retrowalking dan Quadricep Strengthening Exercise Terhadap



- Peningkatan Activity of Daily Living Pada Lansia yang Terkena Osteoarthritis Knee di Puskesmas Kendal Kerep Kota Malang Abstrak Bertambahnya umur individu akan berpengaruh,” *J. Fisioter. dan Rehabil.*, vol. 3, no. 1, pp. 72–78, 2019.
- [5] S. Anwer and A. Alghadir, “Effect of isometric quadriceps exercise on muscle strength, pain, and function in patients with knee osteoarthritis: A randomized controlled study,” *J. Phys. Ther. Sci.*, vol. 26, no. 5, pp. 745–748, 2014, doi: 10.1589/jpts.26.745.
- [6] A. H. Al-Johani *et al.*, “Comparative study of hamstring and quadriceps strengthening treatments in the management of knee osteoarthritis,” *J. Phys. Ther. Sci.*, vol. 26, no. 6, pp. 817–820, 2014, doi: 10.1589/jpts.26.817.
- [7] K. L. Bennell *et al.*, “Comparison of weight bearing functional exercise and non-weight bearing quadriceps strengthening exercise on pain and function for people with knee osteoarthritis and obesity: Protocol for the TARGET randomised controlled trial,” *BMC Musculoskelet. Disord.*, vol. 20, no. 1, pp. 1–10, 2019, doi: 10.1186/s12891-019-2662-5.
- [8] K. L. Bennell *et al.*, “Neuromuscular versus quadriceps strengthening exercise in patients with medial knee osteoarthritis and varus malalignment: A randomized controlled trial,” *Arthritis Rheumatol.*, vol. 66, no. 4, pp. 950–959, 2014, doi: 10.1002/art.38317.
- [9] R. Narayan Sinha, A. Kumar Varma, M. K. Singh, and S. Kumar, “A Comparative Study To Evaluate The Effectiveness of Quadriceps Strengthening Exercises in Patients of Osteoarthritic Knee,” *Int. J. Heal. Clin. Res.*, vol. 4, no. 9, pp. 206–208, 2021.
- [10] A. G. Jegu, B. Pereira, N. Andant, and E. Coudeyre, “Effect of eccentric isokinetic strengthening in the rehabilitation of patients with knee osteoarthritis: Isogo, a randomized trial,” *Trials J.*, vol. 15, no. 1, pp. 1–6, 2014, doi: 10.1186/1745-6215-15-106.
- [11] O. R. Egwu, O. O. Ayanniyi, B. O. A. Adegoke, O. M. Olagbegi, O. O. Ogwumike, and A. C. Odole, “Effect of self-management education versus quadriceps strengthening exercises on pain and function in patients with knee osteoarthritis,” *Hum. Mov.*, vol. 19, no. 3, pp. 64–74, 2018, doi: 10.5114/hm.2018.76081.
- [12] H. R. Bokaeian, A. H. Bakhtiary, M. Mirmohammadkhani, and J. Moghimi, “Quadriceps strengthening exercises may not change pain and function in knee osteoarthritis,” *J. Bodyw. Mov. Ther.*, vol. 22, no. 2, pp. 528–533, 2018, doi: 10.1016/j.jbmt.2017.06.013.
- [13] J. Aaboe *et al.*, “The effect of quadriceps-strengthening exercise on quadriceps and knee biomechanics during walking in adults with knee osteoarthritis: a randomized controlled trial,” *Osteoarthr. Cartil.*, vol. 22, no. 2014, pp. S80–S81, 2014, doi: 10.1016/j.joca.2014.02.161.