

EFEK LATIHAN DENGAN TEKNIK CLOSE KINETIC CHAIN TERHADAP PENINGKATAN LINGKUP GERAK SENDI LUTUT DAN KEMAMPUAN FUNGSIONAL LUTUT PADA PASIEN PASCA REKONSTRUKSI ACL (ACLR): A CASE REPORT.

Tri Mukti Handayani¹, Arif Pristianto², Halim Mardianto³

¹Mahasiswa Profesi Fisioterapis, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Indonesia

²Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Indonesia

*Corresponding author: Arif Pristianto, Email: arif.pristianto@gmail.com

Abstract

Introduction: ACL (Anterior Cruciate Ligament) is a ligament that helps stabilize the knee joint. This ligament is most frequently injured, usually occurring in football, basketball and other sports players. ACL injuries occur with high frequency in the United States, while in Indonesia, ACL injuries are the second most common case. ACL reconstruction (ACLR) is recommended and proven to be a very effective technique and usually provides satisfactory results. However, several complications will arise after undergoing ACLR in various ways, such as social status and function, functional ability, and the patient's quality of life, so a rehabilitation process is needed.

Case Presentation: The article is a case report study with a teenage male patient in RSD K.R.M.T Wongsonegoro Semarang (brother D, 16 years old; height: 167 cm; weight: 50 kg; BMI: 17.9; occupation: student; hobby: football) *post* ACLR autograft hamstring 2 months ago on the left side of the knee. Patients entering the 2nd phase of rehabilitation are currently being given close kinetic chain exercises to increase the range of motion of the knee joint and the functional ability of the knee which will be evaluated using a goniometer and *International Knee Documentation Committee (IKDC) evaluation form*.

Management and Outcome: Exercises using the Close kinetic chain technique can increase the range of motion of the knee joint and improve the functional ability of the patient's knee. Exercises are given after ACL reconstruction during phase 2 rehabilitation.

Discussion: Training is carried out 3 times a week with training sessions lasting approximately 2 hours. The exercises given are static bike, squatting exercises, and *close kinetic chain exercise* in the form of squats, lunges, single leg stance, and wall slides. Exercise can increase muscle strength, stability and muscle flexibility so that it can increase the range of motion of the joint in knee flexion movements and the functional ability of the knee.

Conclusion: Special exercise programs provided by physiotherapy have an important role in the rehabilitation process. Static bike training, squat training, etc *close kinetic chain exercise* in the form of squats, lunges, single leg stance, and wall slides are given to overcome condition problems after ACLR, especially in phase 2.

Keywords: Anterior Cruciate Ligament (ACL), ACL Reconstruction, *closed kinetic chain*, Joint Range of Motion, Functional Ability of the Knee

Introduction

Tubuh manusia tersusun dari banyak bagian, salah satunya adalah sendi. Sendi terbesar di tubuh ialah sendi lutut, yang juga berperan sebagai penyangga tubuh. Pada dasarnya, lutut merupakan sendi engsel yang memungkinkan adanya gerakan fleksi dan ekstensi kaki [4]. Lutut berperan sangat penting dalam beberapa aktivitas gerakan seperti berjalan, berlari, dan melompat karena diperlukannya dukungan dari otot dan pengondisian serta pelatihan yang tepat agar dapat membantu mencegah terjadinya cedera. Cedera adalah kelainan yang terjadi pada tubuh yang mengakibatkan timbulnya nyeri, panas, merah, bengkak, dan tidak dapat berfungsi dengan baik pada otot, tendon, ligament, persendian maupun tulang akibat aktivitas gerak yang berlebihan atau gaya-gaya yang bekerja pada tubuh dimana melampaui kemampuan tubuh untuk mengatasinya, atau kecelakaan baik dalam bentuk cedera tertutup maupun terbuka [14]. Salah satu aktivitas yang berpotensi dalam menimbulkan cedera adalah olahraga, yaitu cedera ACL. Terjadinya cedera dapat disebabkan beberapa hal, antara lain kesalahan teknik olahraga, aktivitas fisik yang berlebih atau melebihi beban latihan, adanya benturan serta tekanan pada fisik pemain [13].

ACL (*Anterior Cruciatum Ligament*) merupakan salah satu dari dua ligament yang membantu menstabilkan sendi lutut. ACL ialah jaringan ikat khusus yang terletak disendi lutut menghubungkan antara tulang paha dan tibia serta merupakan elemen penting dalam menstabilkan sendi lutut terutama saat translasi tibialis anterior dan memainkan peran kecil dalam menahan rotasi internal serta menahan gerakan berlebihan. Ligament ini yang paling sering mengalami cedera [19].

Cedera ACL adalah cedera ligament lutut yang paling umum, terjadi melalui tiga mekanisme yaitu kontak langsung, kontak tidak langsung, dan non kontak. Sekitar 30% cedera ACL merupakan cedera kontak langsung dan 5% disebabkan oleh kontak tidak langsung. Sekitar 70% cedera terjadi bukan karena kontak, melainkan karena gerakan yang salah. Cedera non-kontak yang paling umum terjadi diakibatkan oleh kekuatan yang dihasilkan dalam tubuh seseorang [19]. Terjadinya robekan pada ACL sering dikaitkan dengan terjadinya perubahan arah atau kecepatan secara tiba-tiba saat kaki menapak, perlambatan yang cepat, lompatan, putaran, dan benturan langsung pada anterior tibia. Cedera ACL biasanya terjadi pada pemain sepak bola, bola basket, dan cabang olahraga lainnya terutama yang berusia 14 hingga 19 tahun dengan frekuensi tinggi di Amerika Serikat sekitar 400.000 rekonstruksi ACL setiap tahunnya [11].

Manajemen pasien pasca cedera ACL mencakup rehabilitasi (non bedah) atau pembedahan (rekonstruksi). Pembedahan akan melibatkan rekonstruksi ligament dengan jaringan yang diambil dari tubuh penderita (autograft)[12]. Persidangan Dutch COMPARE oleh Reijman dan rekannya menyarankan rekonstruksi ACL di awal mungkin memberikan hasil yang lebih baik

untuk pasien akut dibandingkan dengan menerima rehabilitasi terlebih dahulu [15]. Rehabilitasi menjadi kunci keberhasilan sebagai perawatan setelah rekonstruksi ACL [3]. Rehabilitasi melibatkan latihan fisioterapi khusus, hal ini menjadi pertimbangan penting bagi pasien ACLR karena berkaitan dengan pemulihan, perkembangan rehabilitasi, dan persiapan kembali ke olahraga/*Return To Sport* (RTS) [1].

Terlepas dari manfaat dilakukannya ACLR, maka akan memunculkan beberapa permasalahan yang memiliki dampak besar bagi status, kemampuan fungsional dan kualitas hidup pasien. Salah satunya ialah kemampuan fungsional dalam gerakan menekuk lutut diberbagai aktivitas sehari – hari. Kesulitan dalam gerakan menekuk ini akan berakibat pada terbatasnya lingkup gerak sendi (LGS) dan penurunan kemampuan fungsional lutut [17]. LGS didefinisikan sebagai derajat pergerakan yang terjadi pada sendi tertentu selama melakukan gerakan [18].

Fisioterapi memainkan peran penting dalam keberhasilan pemulihan pasien dengan penanganan pembedahan dan non-pembedahan. Temuan protokol baru oleh *Jenkins et al* [9]., menekankan pemberian latihan *weight bearing* di awal, latihan *close kinetic chain* (CKC), dan modalitas alternatif lainnya seperti *neuromuscular electrical stimulation*, serta pembatasan aliran darah untuk dilakukan. Latihan CKC memainkan peran penting dalam mengembalikan kekuatan otot *hamstring* dan *quadriceps* serta stabilitas fungsional lutut. Beberapa dokter percaya bahwa latihan CKC lebih aman dilakukan karena mengurangi tekanan pada ACL yang direkonstruksi. Dalam beberapa studi, latihan CKC dan OKC selalu dibandingkan kemanfaatannya, namun tidak ada konsensus apakah latihan CKC atau OKC yang harus menjadi intervensi pilihan setelah cedera ACL atau rekonstruksi. Latihan diberikan pada fase II dalam kasus ini dengan tujuan untuk meningkatkan LGS, memperkuat otot, serta meningkatkan keseimbangan. Dalam studi *Daniel et al.*, menyatakan kepercayaan umum yang dipegang adalah bahwa latihan OKC menyebabkan terjadinya peningkatan ketegangan pada ACL serta kelemahan sendi dan pergeseran tibialis anterior. Selain itu keamanan latihan OKC jika dibandingkan dengan latihan CKC lebih diragukan tetapi tidak didukung oleh bukti substansial yang dipublikasikan dan mungkin bersifat pendapat intuitif. Secara intuitif, kaki bagian distal yang seluruhnya menapak lebih aman daripada latihan di OKC. Hal ini didukung dengan sedikit bukti uji *anterior tibial displacement* yang dilakukan oleh *yack et al.*, menunjukkan bahwa ada kelemahan sendi yang lebih besar selama latihan OKC. Dengan demikian, asumsi dibuat CKC lebih aman daripada OKC [10]. Sebuah penelitian menyimpulkan latihan CKC aman, efektif, dan beberapa keuntungan penting dibandingkan latihan *open kinetic chain* tetapi belum ada cukup bukti untuk menunjukkan bahwa salah satu lebih unggul dari yang lain.

Oleh karena itu, penulis tertarik mengangkat studi kasus mengenai efek latihan dengan

teknik *close kinetic chain* terhadap peningkatan LGS dan kemampuan fungsional lutut pada pasien pasca ACLR. karena pasien merupakan individu muda tinggi aktivitas.

.

Case Presentation

Seorang laki-laki remaja (sdr. D usia 16 tahun; tinggi badan: 167 cm; berat badan: 50 kg; IMT: 17,9; hobi: sepak bola) *post* ACLR autograft hamstring pada lutut sisi dextra. Pasien terjatuh saat dribble bola ketika latihan. Setelah itu dilakukan pemeriksaan MRI hasil *rupture ACL* dengan kesan *complete tear ACL*, kartilago yang meliputi patella dan tibial plateau tampak mengalami penipisan dan dilakukan operasi autograft hamstring 2 bulan yang lalu. Pemeriksaan palpasi dilakukan tidak ditemukan oedem, spasme, dan perbedaan suhu lokal tetapi pada pemeriksaan nyeri ditemukan adanya nyeri tekan dan gerak. Pada gerakan dasar aktif, pasif, maupun isometrik pasien belum mampu melakukan fleksi lutut secara full *Range of Motion* (ROM). Permasalahan yang dialami oleh pasien berdasarkan diagnosa fisioterapi yaitu terasa nyeri ketika menekuk lutut dari posisi berdiri – jongkok, berjalan jarak jauh, gangguan melaksanakan ibadah, dan berolahraga serta melakukan rekreasi. Intervensi yang diberikan dalam kasus ini adalah dengan pemberian latihan teknik *Closed Kinetic Chain* berupa *squat*, *lunges*, dan *single leg stance* pada tanggal 20 November – 16 Desember 2023 sebanyak 3 kali dalam seminggu.



Gambar 1. Kondisi pasien

Management and Outcome

Pasien diberikan latihan sebanyak 3 kali seminggu dengan sesi latihan dilakukan selama kurang lebih 2 jam. Latihan yang diberikan adalah static bike, latihan jongkok, dan *close kinetic chain exercise* berupa *squat*, *lunges*, *single leg stance*, dan *wall slide*. Latihan *squat*, *lunges*, dan *single leg stance* diberikan dengan beberapa modifikasi seperti pemberian beban, penggunaan theraband, dan modifikasi gerakan. Penghitungan disetiap sesi latihan menggunakan aplikasi *Tabata timer*.

Dalam mengevaluasi hasil terapi digunakan goniometer untuk mengukur lingkup gerak sendi (LGS) sendi lutut. Pengukuran dilakukan dengan diambil titik jarak antara pusat trochanter mayor yang lebih besar dan pusat malleolus lateral [8]. Sebuah penelitian menguji validitas dan reliabilitas goniometer pada lutut, didapatkan hasil analisis reliabilitas antar penilai dari goniometer memiliki ICC > 0,99 yaitu 0,996 dan reliabilitas intra-penilai > 0,98 yaitu 0,993. Hal ini menunjukkan hasil reliabilitas antar penilai dan intra-penilai sangat baik. Hasil signifikansi yang ditunjukkan dari *one way ANOVA* menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan jika dibandingkan dengan yang lain. Dengan menggunakan $1.96 \times SD$, goniometer memiliki perbedaan minimum yaitu sebesar 10^0 [8]. Kemudian digunakan *International Knee Documentation Committee* (IKDC) untuk mengevaluasi kemampuan fungsional lutut pasien. Alat ukur ini memiliki ICC, yang bervariasi dari 0,87 hingga 0,98, dianggap cukup (>0,70). Secara keseluruhan, ditemukan bahwa IKDC-SKF memiliki reliabilitas tes-tes ulang positif [7].

Pemberian latihan *close kinetic chain exercise* berupa *squat*, *lunges*, *single leg stance* yang dimodifikasi dan dikombinasikan dengan pasien membawa barbel 4 kg saat melakukan *squat*, melakukan *squat* diatas bosu, penggunaan theraband, dan kombinasi gerakan ke depan, ke belakang, ke samping kanan ataupun kiri. Dosis Latihan yang diberikan adalah sebagai berikut:

1. Static bike selama 10 menit
2. Gerakan *squat in* bosu (kombinasi membawa beban/theraband/tidak) 6x repetisi, 2 set, hold 40s
3. Gerakan *squat in* bosu kombinasi gerakan (depan, samping, belakang) 6x repetisi, 2 set, hold 40s
4. Gerakan *single leg squat* dengan theraband (kombinasi membawa beban/tidak) 4x repetisi, 1 set, hold 30s
5. Gerakan *single leg squat* dengan theraband kombinasi gerakan (depan, samping, belakang) 4x repetisi, 1 set, hold 30s
6. *Wall slide* 3x repetisi, 1 set, hold 20s
7. Dosis meningkat seiring dengan peningkatan kemampuan pasien.

Latihan yang diberikan dapat meningkatkan kekuatan otot, stabilitas, dan fleksibilitas otot hamstring serta quadriceps. Francaux et al [5]., menjelaskan bahwa dengan dilakukannya latihan, ini maka aktivasi, proliferasi, dan diferensiasi sel akan meningkat sehingga dapat menginduksi remodelling dan hipertrofi pada otot [5]. Evaluasi dilakukan setelah pelaksanaan latihan selama satu bulan dan mendapatkan hasil positif meskipun tidak signifikan. Terjadi peningkatan LGS pada gerakan fleksi lutut yaitu sebesar 15^0 dan gerakan ekstensi lutut nilai LGS tetap 0^0 . Pengukuran LGS pre S = $0^0 - 0^0 - 120^0$ dan post S = $0^0 - 0^0 - 135^0$. Kemudian

perbaikan kemampuan fungsional lutut juga ditunjukkan melalui kenaikan nilai IKDC sebesar 8,04 dari 56,32 menjadi 64,36. Kedua hasil ini disajikan dalam tabel dibawah ini.

Tabel 1. Evaluasi LGS Fleksi & Ekstensi knee menggunakan goniometer.

	Dextra	Sinistra
Pre	$0^{\circ} - 0^{\circ} - 135^{\circ}$.	$S = 0^{\circ} - 0^{\circ} - 120^{\circ}$
Post	$0^{\circ} - 0^{\circ} - 135^{\circ}$.	$S = 0^{\circ} - 0^{\circ} - 135^{\circ}$.

Tabel 2. Evaluasi kemampuan fungsional lutut menggunakan IKDC form.

	Symptoms	sport activities	function	sum	IKDC Score
Pre	17	18	14	49	56,32
Post	22	20	16	56	64,36

Discussion



Gambar 2. Pelaksanaan Latihan.

Pelaksanaan fisioterapi dengan pemberian latihan pada Sdr. D (16 Tahun) sebanyak ± 9 kali mendapatkan hasil yang positif meskipun tidak signifikan yaitu terjadi peningkatan nilai LGS lutut dalam gerakan fleksi dan peningkatan nilai kemampuan fungsional lutut yang diukur menggunakan skor IKDC. Disebutkan bahwa pembedahan terkadang dapat menimbulkan banyak komplikasi atau ketidakstabilan dan permasalahan lainnya yang menyebabkan banyak intervensi diperlukan [16].

Latihan CKC yang diberikan salah satunya bertujuan untuk menguatkan otot quadriceps dan

hamstring. Hal ini berkaitan dan sejalan dengan sebuah penelitian *Friedmann-Bette et al* [6]., melaporkan jika latihan penguatan otot quadriceps selama dua belas minggu dapat meningkatkan kekuatan otot, massa otot, serta fleksibilitas otot. Anggriani et al [20]., menyebutkan latihan juga dapat menstimulasi motor unit. Semakin sering melakukan latihan maka motor unit yang terstimulasi akan semakin banyak sehingga dapat meningkatkan kekuatan otot. Dengan dilakukannya latihan, maka aktivasi, proliferasi, dan diferensiasi sel akan meningkat sehingga dapat menginduksi remodelling dan hipertrofi pada otot [5]. Dalam hal ini, kekuatan otot lutut meningkat sehingga kemampuan lutut untuk bergerak juga akan meningkat termasuk dalam gerakan fleksi atau menekuk.

Pasca dilakukannya ACLR akan muncul beberapa *impairment* yang berefek besar pada kemampuan fungsional dan kualitas hidup pasien [17]. Studi yang dilakukan memberikan hasil bahwa latihan dapat meningkatkan kemampuan fungsional lutut. Hal ini sejalan dengan sebuah penelitian oleh Bieler et al [2]., yang melaporkan adanya peningkatan skor Lysholm dan KOOS pada 50 pasien post ACLR. Dalam hal ini berarti terdapat perbaikan kemampuan fungsional lutut [2].

Setelah pelaksanaan latihan, studi ini menunjukkan hasil yang hampir sama dengan penelitian sebelumnya dimana didapatkan hasil positif terdapat peningkatan namun tidak signifikan, yang membedakan hanyalah besarnya hasil peningkatan yang didapatkan. Pasien sudah mampu jongkok tanpa disertai rasa nyeri. Menurut Jewis et al., dari beberapa penelitian yang ada, meta-analisis kami menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan antara OKC dan CKC untuk skor nyeri, kekuatan ekstensor lutut, kelemahan, dan fleksi lutut. [10]. Dalam studi ini hasil yang didapatkan kurang maksimal karena terdapat sedikit hambatan faktor eksternal pasien sempat tidak melakukan latihan selama satu minggu dikarenakan pasien adalah seorang pelajar yang harus melaksanakan ujian. Namun untuk mengatasi hambatan tersebut, pasien diberikan home program dengan dosis yang sama seperti saat latihan. Tingkat kepatuhan pasien sudah baik dengan mendokumentasikan latihan melalui sebuah video yang kemudian ditunjukkan.

Conclusion

Fisioterapi dalam proses rehabilitasi yang dilakukan sebanyak 3 kali seminggu selama satu bulan pada pasien *post Anterior Cruciate Ligament Reconstruction* (ACLR) dengan pemberian latihan teknik *Closed Kinetic Chain* berupa *squat, lunges, single leg stance* efektif dalam meningkatkan LGS sendi dan kemampuan fungsional lutut.

Acknowledgments

Penulis berterimakasih kepada pasien yang telah bersedia menjadi subjek dalam penelitian dan seluruh pihak yang telah membantu serta RSD K.R.M.T. Wongsonegoro sebagai tempat penulis melakukan penelitian.

References

1. Beard, D. J., Davies, L., Cook, J. A., Stokes, J., Leal, J., Fletcher, H., Abram, S., Chegwin, K., Greshon, A., Jackson, W., Bottomley, N., Dodd, M., Bourke, H., Shirkey, B. A., Paez, A., Lamb, S. E., Barker, K., Phillips, M., Brown, M., . . . Price, A. (2022). Rehabilitation versus surgical reconstruction for non-acute anterior cruciate ligament injury (ACL SNNAP): a pragmatic randomised controlled trial. *Lancet*, *400*(10352), 605-615. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(22\)01424-6](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(22)01424-6)
2. Bieler, T., Sobol, N. A., Andersen, L. L., Kiel, P., Løfholm, P., Aagaard, P., Magnusson, S. P., Krogsgaard, M. R., & Beyer, N. (2014). The effects of high-intensity versus low-intensity resistance training on leg extensor power and recovery of knee function after ACL-reconstruction. *Biomed Res Int*, *2014*, 278512. <https://doi.org/10.1155/2014/278512>
3. Brinlee, A. W., Dickenson, S. B., Hunter-Giordano, A., & Snyder-Mackler, L. (2022). ACL Reconstruction Rehabilitation: Clinical Data, Biologic Healing, and Criterion-Based Milestones to Inform a Return-to-Sport Guideline. *Sports Health*, *14*(5), 770-779. <https://doi.org/10.1177/19417381211056873>
4. Chang, A., Breeland, G., Black, A. C., & Hubbard, J. B. (2023). Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb: Femur. In *StatPearls*. StatPearls Publishing. Copyright © 2023, StatPearls Publishing LLC.
5. Francaux, M., & Deldicque, L. (2019). Exercise and the control of muscle mass in human. *Pflugers Arch*, *471*(3), 397-411. <https://doi.org/10.1007/s00424-018-2217-x>
6. Friedmann-Bette, B., Profit, F., Gwechenberger, T., Weiberg, N., Parstorfer, M., Weber, M. A., Streich, N., & Barié, A. (2018). Strength Training Effects on Muscular Regeneration after ACL Reconstruction. *Med Sci Sports Exerc*, *50*(6), 1152-1161. <https://doi.org/10.1249/mss.0000000000001564>
7. Grevnerts, H. T., Terwee, C. B., & Kvist, J. (2015). The measurement properties of the IKDC-subjective knee form. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, *23*(12), 3698-3706. <https://doi.org/10.1007/s00167-014-3283-z>
8. Hancock, G. E., Hepworth, T., & Wembridge, K. (2018). Accuracy and reliability of knee goniometry methods. *J Exp Orthop*, *5*(1), 46. <https://doi.org/10.1186/s40634-018-0161-5>

9. Jenkins, S. M., Guzman, A., Gardner, B. B., Bryant, S. A., Del Sol, S. R., McGahan, P., & Chen, J. (2022). Rehabilitation After Anterior Cruciate Ligament Injury: Review of Current Literature and Recommendations. *Curr Rev Musculoskelet Med*, 15(3), 170-179. <https://doi.org/10.1007/s12178-022-09752-9>
10. Jewiss, D., Ostman, C., & Smart, N. (2017). Open versus Closed Kinetic Chain Exercises following an Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Sports Med (Hindawi Publ Corp)*, 2017, 4721548. <https://doi.org/10.1155/2017/4721548>
11. Kaeding, C. C., Léger-St-Jean, B., & Magnussen, R. A. (2017). Epidemiology and Diagnosis of Anterior Cruciate Ligament Injuries. *Clin Sports Med*, 36(1), 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.csm.2016.08.001>
12. Khan, T., Alvand, A., Prieto-Alhambra, D., Culliford, D. J., Judge, A., Jackson, W. F., Scammell, B. E., Arden, N. K., & Price, A. J. (2019). ACL and meniscal injuries increase the risk of primary total knee replacement for osteoarthritis: a matched case-control study using the Clinical Practice Research Datalink (CPRD). *Br J Sports Med*, 53(15), 965-968. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-097762>
13. Pristianto, A., Saffanah, D. N., Radinda, I., & Sari, D. R. K. (2023). EDUKASI PENCEGAHAN DAN PENANGANAN CEDERA OLAHRAGA PADA TIM FUTSAL SMAN 1 RANGKASBITUNG. *Jurnal Abdi Masyarakat*, 6(2). <https://doi.org/10.30737/jaim.v6i2.3726>
14. Rahman, F., Al-Hafidz, M. F., Alfarizy, M. H., Wulandari, N. D., Jannah, N. I., Kaidah, M. A. D., & Pristianto, A. (2023). Pencegahan Peningkatan Cedera dan Peningkatan Kemampuan pada Atlet di Sekolah Sepak Bola At Farmasi Blulukan. *Prosiding University Research Colloquium*, 0(0), 554-559. <https://repository.urecol.org/index.php/proceeding/article/view/2474>
15. Reijman, M., Eggerding, V., van Es, E., van Arkel, E., van den Brand, I., van Linge, J., Zijl, J., Waarsing, E., Bierma-Zeinstra, S., & Meuffels, D. (2021). Early surgical reconstruction versus rehabilitation with elective delayed reconstruction for patients with anterior cruciate ligament rupture: COMPARE randomised controlled trial. *Bmj*, 372, n375. <https://doi.org/10.1136/bmj.n375>
16. Rodriguez, K., Soni, M., Joshi, P. K., Patel, S. C., Shreya, D., Zamora, D. I., Patel, G. S., Grossmann, I., & Sange, I. (2021). Anterior Cruciate Ligament Injury: Conservative Versus Surgical Treatment. *Cureus*, 13(12), e20206. <https://doi.org/10.7759/cureus.20206>
17. Rousseau, R., Labruyere, C., Kajetanek, C., Deschamps, O., Makridis, K. G., & Djian, P. (2019). Complications After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction and Their Relation to the Type of Graft: A Prospective Study of 958 Cases. *Am J Sports Med*, 47(11), 2543-2549.

<https://doi.org/10.1177/0363546519867913>

18. Schoenfeld, B. J., & Grgic, J. (2020). Effects of range of motion on muscle development during resistance training interventions: A systematic review. *SAGE Open Med*, 8, 2050312120901559. <https://doi.org/10.1177/2050312120901559>
19. Yoo, H., & Marappa-Ganeshan, R. (2023). Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb, Knee Anterior Cruciate Ligament. In *StatPearls*. StatPearls Publishing Copyright © 2023, StatPearls Publishing LLC.
20. Anggriani A, Zulkarnain Z, Sulaiman S, Gunawan R. Pengaruh Rom (Range Of Motion) Terhadap Kekuatan Otot Ekstremitas Pada Pasien Stroke Non Hemoragic. *J Ris Hesti Medan Akper Kesdam I/BB Medan*. 2018;3(2):64–74