PENATALAKSANAAN FISIOTERAPI PADA KASUS DIABETIC FOOTULCER DI RUMAH LUKA SURABAYA (SIDOARJO)

Muthiah Munawwarah¹, Maria Angelina Neonbasu², Syahmirza Indra Lesmana³

¹ Fakultas Fisioterapi, Universitas Esa Unggul, Jakarta, Indonesia

² Fakultas Fisioterapi, Universitas Esa Unggul, Jakarta, Indonesia

³ Fakultas Fisioterapi, Universitas Esa Unggul, Jakarta, Indonesia

muthi.ft@esaunggul.ac.id (M.Munawwarah)

Abstrak

Latar Belakang: Diabetic foot ulcer (DFU) sebagai komplikasi utama dari diabetes mellitus, disebabkan oleh beberapa faktor risiko, seperti neuropati, penyakit arteri perifer, faktor sistem imun, atau trauma eksternal maupun internal yang terjadi berulang sehingga menimbulkan infeksi hingga terbentuknya ulkus. DFU yang tidak ditangani akan menyebabkan komplikasi lebih lanjut, seperti perubahan struktur kaki, termasuk penurunan fleksibilitas dan mobilitas sendi pergelangan kaki. Sehingga dibutuhkan pendekatan secara multidisiplin, salah satu diantaranya adalah fisioterapi. Dengan pemberian intervensi fisioterapi berupa terapi latihan serta edukasi, akan meningkatkan kualitas hidup individu dengan DFU.

Tujuan: Untuk mengetahui efektivitas pemberian fisioterapi pada kasus diabetic foot ulcer di Rumah Luka Surabaya (Sidoarjo).

Studi Kasus: Pasien dengan nama Ny. M berusia 54 tahun memiliki riwayat diabetes mellitus dengan kondisi sekarang diabetic foot ulcer datang ke Rumah Luka Surabaya (RLS) untuk melakukan perawatan luka diabetes. Pasien mengeluhkan adanya bengkak pada pergelangan kaki kiri sehingga membatasi pergerakan kaki dan pasien merasakan baal di ujung kaki terutama di area luka. Kemudian dilakukan pemeriksaan fisioterapi, didapatkan DFU pada grade IV, dengan adanya oedema, penurunan sensibilitas, penurunan mobilitas sendi ankle, dan parasthesia. Pasien diberikan intervensi fisioterapi dalam bentuk terapi latihan, seperti latihan aktif range of motion (ROM) dan pumping exercise, dan buerger allen's exercise sebanyak 2 kali, serta diberikan edukasi dan home program selama 2 minggu.

Hasil: Setelah diberikan intervensi fisioterapi, terjadi penurunan oedema, peningkatan mobilitas sendi ankle, dan peningkatan kemampuan fungsional pasien dari ketergantungan sedang ke ketergantungan ringan.

Kata Kunci: Diabetic foot ulcer, buerger allen's exercise, fisioterapi.

Abstract

Background: Diabetic foot ulcer (DFU) as the main complication of diabetes mellitus, caused by several predisposed factors, such as neuropathy, peripheral arterial disease, immune system factor, and repetitive external or internal trauma which lead to the development of infection and ulcer. Untreated DFU will lead to further complications, such as changes in the structure of the foot, including decreased flexibility and mobility of the ankle joint. In treating DFU takes a multidisciplinary approach, especially physiotherapy. By providing physiotherapy intervention in the form of therapeutic exercise and education, thus will improve the quality of life of individuals with DFU.

Objective: To examine the effectiveness of physiotherapy management in treating DFU in Rumah Luka Surabaya (Sidoarjo).

Case Presentation: Mrs. M, 54 years old, who has past medical history of diabetes mellitus, diagnosed with DFU, visited RLS to get the diabetic wound care. Patient complains of swelling in the left ankle which limit the movement of the ankle, and numbness in the wound area. Physiotherapy assessments then carried out on the patient, resulted patient was in grade IV of DFU, with the presence of oedema, decreased sensibility and mobility of the ankle joint, and parasthesia. Patient was given physiotherapy interventions in the form of therapeutic exercises 2 times for 2 weeks, such as active range of motion, pumping exercise, and buerger allen's exercise, also some education and home program to be done at home.

Result: After receiving physiotherapy interventions, there were reduction in oedema, improvement in ankle joint mobility, as well as the functional ability of the patient carry out the activity daily living from moderate to mild dependence.

Keyword: Diabetic foot ulcer, buerger allen's exercise, physiotherapy.

Pendahuluan

Diabetes adalah suatu sindrom metabolik yang ditandai dengan keadaan hiperglikemik yang terjadi karena adanya penurunan sekresi insulin, gangguan aktivitas insulin atau keduanya. Prevalensi diabetes meningkat di negara berkembang dan negara maju di seluruh dunia. Pada tahun 2000, menurut World Health Organization (WHO), setidaknya 171 juta orang di seluruh dunia (Noor et al., 2015). Berbagai komplikasi utama berhubungan dengan diabetes, seperti neuropati, aterosklerosis, nefropati dan diabetic foot ulcer (DFU). Komplikasi ini merupakan akibat dari kerusakan pada sistem vaskular yang menyebabkan sirkulasi darah tidak lancar. Hal ini menyebabkan kaki pada risiko yang lebih tinggi di antara semua komplikasi diabetes, dan diabetes adalah penyebab utama lebih dari setengah kasus amputasi non-traumatis ekstremitas bawah. Sekitar 15-25% pasien dengan diabetes dapat mengalami DFU selama hidup mereka (Yazdanpanah et al., 2018) dan sekitar 85% amputasi ekstremitas bawah disebabkan oleh DFU yang tidak mengalami penyembuhan.

DFU didefinisikan sebagai luka dengan ketebalan penuh yang merusak jaringan dalam dan berkembang pada bagian distal pergelangan kaki dan berhubungan dengan kelainan neurologis pada pasien diabetes. DFU diklasifikasikan menjadi neuropatik, iskemik atau neuroiskemik (Matos et al., 2018). Neuropatik, umumnya terjadi pada permukaan plantar distal metatarsal, biasanya disebabkan oleh deformitas kaki dan tekanan kaki yang tinggi yang memicu kerusakan jaringan. Kemudian ulserasi yang dihasilkan menjadi kronis karena kaki yang telah mengalami penurunan sensoris gagal menyampaikan nosiseptif yang diperlukan untuk menghasilkan respon protektif sebagai konsekuensi dari kerusakan saraf, yang mempengaruhi sensasi perifer dan kontrol vasomotor halus dari sirkulasi pedal (Matos et al., 2018). Ulserasi iskemik ditandai dengan tidak adanya denyut kaki, terutama karena penyakit makro atau mikrovaskular, menyebabkan penyembuhan luka yang sulit akibat perfusi vaskular yang tidak memadai di ekstremitas bawah dan sering terjadi di distal jari kaki atau di tepi lateral kaki (Mills et al., 2016). Sedangkan ulserasi neuroiskemik biasanya terjadi di area tepi kaki dan jari kaki, biasanya disebabkan dari tekanan sepatu yang tidak pas.

Individu dengan riwayat diabetes dan mempunyai risiko terkena DFU kemudian akan menyebabkan komplikasi muskuloskeletal lebih lanjut. Diantaranya adalah perubahan pada struktur kaki, termasuk hilangnya fleksibilitas dan keterbatasan mobilitas sendi terutama sendi pergelangan kaki, yang kemudian akan mengganggu kemampuan kaki untuk menyerap dan mendistribusikan kembali gaya yang timbul akibat benturan dengan permukaan tanah saat berjalan (Turan et al., 2015).

Karena perkembangan DFU dapat menimbulkan berbagai komplikasi yang kemudian akan mempengaruhi kualitas hidup individu tersebut, pencegahan dan penanganan terhadap kasus ini perlu dilakukan dengan pendekatan multidisiplin dari berbagai pelayanan kesehatan, salah satunya adalah fisioterapi. Harris-Hayes et al. (2020) dalam studinya tentang peran fisioterapi pada kasus diabetes mellitus tipe

2 menyimpulkan, fisioterapi memainkan peran sentral dalam tim multidisiplin setidaknya dalam 3 cara: (1) memberikan edukasi terkait partisipasi aktivitas fisik yang aman dan bermanfaat bagi pasien, (2) penilaian faktor risiko diabetes dan komplikasi yang terjadi dalam modifikasi pemberian latihan muskuloskeletal tradisional, dan (3) menganjurkan aktivitas fisik secara teratur sebagai komponen utama untuk pengobatan penyakit kronis dalam semua interaksi pasien.

Berdasarkan uraian di atas, maka tujuan dari studi kasus ini adalah untuk mengkaji lebih lanjut tentang penatalaksanaan fisioterapi pada kasus diabetic foot ulcer.

Patofisiologi Perkembangan DFU biasanya dalam 3 tahap. Tahap awal adalah perkembangan kalus. Kalus dihasilkan dari neuropati. Neuropati motorik menyebabkan deformitas bentuk kaki, dan neuropati sensorik yang menyebabkan trauma berkelanjutan. Kulit yang kering karena neuropati otonom juga merupakan faktor lain yang berkontribusi. Akhirnya, trauma kalus yang sering menyebabkan perdarahan subkutan dan akhirnya terkikis dan menjadi ulkus.

Pada individu dengan diabetes mellitus juga akan terjadi aterosklerosis yang parah pada pembuluh darah kecil di ekstremitas bawah, yang kemudian akan menyebabkan gangguan vaskular, yang merupakan penyebab lain infeksi DFU. Karena darah tidak dapat mencapai luka, proses penyembuhan terhambat, sehingga menyebabkan nekrosis dan gangren.

Tanda dan gejala dari neuropati diabetikum antara lain kulit yang menggelap di area yang terkena, gangguan sensoris (paresthesia, hypoatau hyperesthesia, dysesthesia dan anhidrosis), dan kerontokan rambut pada area yang terkena.

Neuropati diabetikum kemudian akan menyebabkan DFU yang ditandai dengan gejala seperti perubahan pada struktur kulit atau kuku kaki, keluarnya cairan atau nanah, aroma yang busuk, nyeri, kemerahan, perubahan warna kulit dan oedema.

Ulkus pada umumnya timbul pada area pembebanan berat badan, seperti kepala metatarsal plantar, tumit, ujung hammertoes atau area menonjol lainnya.

Klasifikasi

Salah satu klasifikasi yang umum digunakan adalah oleh Wagner dari tahun 1981. Klasifikasi Wagner ini terbagi menjadi enam kelas berdasarkan tingkat kedalaman luka, antara lain sebagai berikut.

- a. Grade I – Ulkus superfisial.
- b. Grade II – Ulkus dalam yang melibatkan tulang, tendon, atau sendi.
- c. Grade III – Ulkus dalam dengan abses atau osteomieliti
- d. Grade IV – Gangren yang melibatkan area distal kaki.
- e. Grade V – Gangren yang melibatkan area seluruh kaki.

Seorang pasien atas nama Ny. M dengan usia 54 tahun datang ke Rumah Luka Surabaya (RLS) pada tanggal 4 November 2021 untuk melakukan perawatan luka diabetes di kaki kirinya, namun pasien mengeluhkan adanya bengkak pada pergelangan kaki kiri sehingga sulit menggerakkan kaki, serta baal pada bagian ujung kaki di sekitar luka.

Riwayat penyakit dahulu pasien yaitu, pada 1 Februari 2020 pasien melakukan cek gula darah dengan hasil >300 mg/dL sehingga didiagnosa diabetes melitus. Pasien mengalami luka pada jari tengah kanan dan telah dioperasi pada Februari 2020. Kemudian pada tanggal 17 Agustus 2021 timbul luka pada area ibu jari kaki kiri akibat digaruk dan meluas hingga area di bawah ibu jari kaki kiri. Pasien juga memiliki riwayat hipertensi.

Diagnostic assessment

Adapun pemeriksaan fisioterapi yang dilakukan antara lain sebagai berikut.

Inspeksi

Pasien datang ke RLS dengan polajalan antalgic gait, dimana pembebanan berat badan lebih dominan pada kaki dextra. Pada bagian distal kaki sinistra tampak terbalut perban dan terdapat oedema pada ankle sinistra.

Untuk pemeriksaan integritas kulit didapatkan warna luka merah, warna kulit sekitar luka cokelat gelap, dengan ukuran panjang 9 cm, lebar 6 cm, serta ulkus diklasifikasikan pada grade IV berdasarkan klasifikasi Wagner.

Pemeriksaan tanda vital

Pemeriksaan tanda vital ditemukan hasil tekanan darah 185/90 mmHg, dan gula darah acak 146 mg/dL diperiksa pada tanggal 4 November 2021.

Pemeriksaan spesifik Beberapa pemeriksaan fisioterapi lainnya yang meliputi pemeriksaan subjektif, objektif dan fungsional antara lain sebagai berikut:

Sensibilitas		
Jenis test	Dextra	Sinistra
Kasar-halus	Terasa	Tidak terasa
Tajam-tumpul	Terasa	Tidak terasa

Tabel 1. Pemeriksaan sensibilitas.

Antropometri (Midline)			
	Dextra (cm)	Sinistra (cm)	Selisih (cm)
3 cm atas	21	23	2
Malleolus	23	27	4
3 cm bawah	24	25	1

Tabel 2. Pemeriksaan antropometri.

<i>Range of motion</i> (Goniometer)		
Gerakan <i>ankle</i>	Dextra (°)	Sinistra (°)
Fleksi-ekstensi	40-10-30	30-10-25
Eversi-inversi	15-0-20	10-0-15

Tabel 3. Pemeriksaan *range of motion*.

Nyeri (<i>Numeric Rating Scale</i>)	
	Skala nyeri
Nyeri diam	0/10
Nyeri tekan	1/10
Nyeri gerak	1/10

Tabel 4. Pemeriksaan nyeri.

Fungsional (<i>Barthel Index</i>)	
Aktivitas	Skor
Makan	10
Mandi	5
Perawatan diri	5
Berpakaian	10
Defekasi	10
Miksi	10
Penggunaan toilet	10
Transfer	10
Mobilitas	15
Naik tangga	5
Total skor	90/100

Tabel 5. Pemeriksaan fungsional.

Diagnosa Fisioterapi

Keterbatasan gerak dan fungsi akibat adanya oedema, parasthesia, penurunan ROM ankle sinistra, penurunan sensibilitas dan antalgic gait et causa diabetic foot ulcer.

Intervensi fisioterapi

Tujuan fisioterapi untuk jangka pendek adalah untuk mengurangi oedema dan meningkatkan range of motion (ROM) ankle sinistra, sedangkan untuk jangka panjang adalah untuk meningkatkan sensibilitas dan memperbaiki pola berjalan. Intervensi fisioterapi diberikan 2 kali per minggu. Adapun intervensi fisioterapi yang diberikan antara lain sebagai berikut.

- Active range of motion exercise dan ankle pump exercise dengan tujuan untuk meningkatkan mobilitas ankle dan mencegah penurunan lingkup gerak sendi. Latihan dilakukan sebanyak 3 set, 10 repetisi untuk tiap gerakan.
- Buerger allen exercise dengan tujuan meningkatkan sirkulasi pada kaki sehingga berdampak pada penurunan oedema. Latihan dilakukan sebanyak 3 set, 10 repetisi untuk tiap gerakan.
- Stretching statis dengan tujuan untuk meningkatkan fleksibilitas ankle. Stretching dilakukan dengan hold selama 8 detik untuk tiap gerakan.

Pasien juga diberikan edukasi dan home program dalam bentuk gambar untuk dibawa pulang, yang meliputi:

- Rutin melakukan latihan gerak aktif ankle dan stretching statis disesuaikan dengan aktivitas sehari-hari pasien untuk mengurangi bengkak dan mencegah kekakuan sendi.
- Menjaga kebersihan terutama pada area luka.
- Rutin melakukan perawatan luka.

Evaluasi

Setelah pasien diberikan intervensi dan home program selama 2 minggu, hasil yang didapatkan antara lain:

Antropometri (Midline)			
	Dextra (cm)	Sinistra (cm)	Selisih (cm)
3 cm atas	21	22	1
Malleolus	23	25,5	2,5
3 cm bawah	24	24	0

Tabel 6. Hasil evaluasi antropometri.

Range of motion (Goniometer)		
Gerakan ankle	Dextra (°)	Sinistra (°)
Fleksi-ekstensi	40-10-30	35-10-30
Eversi-inversi	15-0-20	15-0-15

Tabel 7. Hasil evaluasi range of motion.

Fungsional (Barthel Index)	
Aktivitas	Skor
Makan	10
Mandi	5
Perawatan diri	5
Berpakaian	10
Defekasi	10
Miksi	10
Penggunaan toilet	10
Transfer	15
Mobilitas	15
Naik tangga	5
Total skor	95/100

Tabel 8. Hasil evaluasi fungsional.

Pembahasan

Berdasarkan pemeriksaan yang dilakukan, pada pemeriksaan sensibilitas ditemukan pasien mengalami gangguan sensoris berupa parasthesia (tabel 1). Padapemeriksaan nyeri juga didapatkan hasil skor NRS 1 pada nyeri tekan dan gerak, dimana pasien tidak mengalami sensasi nyeri terutama pada area luka ketika ditekan (tabel 4). Hal ini terjadi karena kondisi hiperglikemia kemudian akan menghasilkan stress oksidatif pada sel saraf, menyebabkan neuropati, yang mempengaruhi saraf sensoris, dimana terjadinya penurunan sensasi perifer (Ramirez-Acuña et al., 2019).

Selanjutnya pada pemeriksaan antropometri ditemukan adanya oedematerutama pada bagian malleolus sinistradengan perbedaan selisih antropometri antara kaki dextra dan sinistra sebesar 4 cm (tabel 2). Hal ini disebabkan oleh mikroangiopati diabetik, yang ditandai dengan peningkatan fluks kulit saat istirahat, penurunan respons veno-arteriolar, dan peningkatan permeabilitas kapilar, sehingga menyebabkan oedema, penurunan tekanan oksigen parsial kulit dan peningkatan tekanan karbondioksida (Ho et al., 2013).

Pada pemeriksaan ROM didapatkan hasilROM ankle sinistra baik pada gerakan plantar fleksi (fleksi), dorsal fleksi (ekstensi), inversi atau eversi terjadi penurunan (tabel 3). Hal ini tampaknyaadalah efek dari gangguan metabolismepada peningkatan kekakuan kulit, kapsul sendi, ligamen dan tendon. Dimana terjadi peningkatan cross-link kolagen, sehingga mengubah sifat mekanik jaringan ini dengan penurunan elastisitas dan kekuatanmeregang, menyebabkan kekakuanmekanik (Francia et al., 2015). Penebalan dan kekakuan keseluruhan pada tendondan ligamen utama foot-ankle complex, yaitu plantar fascia dan tendon achilles, dapat mempengaruhi fungsi sendi dan membatasi ROM pergelangan kaki dan mobilitas sendi kaki (Francia et al., 2018). Penurunan ROM ankle pun dapat terjadi karena adanya oedema, sehingga mempengaruhi mobilitas sendi ankle.

Setelah diberikan intervensi fisioterapi sebanyak 2 kali per minggu dalam bentuk terapi latihan serta pemberian edukasi danhome program selama 2 minggu, hasil evaluasi didapatkan adanya penurunan oedema pada malleolus ankle sinistra sebesar 1,5 cm (tabel 6). Hal ini sesuai dengan sebuah studi (Turan et al., 2015), yang melaporkan bahwa ROM, stretching exercise, buerger allen's exercise dan propioception dan balance exercise dapatmembantu pasien dengan atau kecenderungan untuk mengalami DFU, dimana selama melakukan latihan, kontraksi otot akan meningkatkan tekanan eksternal pada vena dan mendorong darah kembali ke jantung, mengurangi gradien tekanan hidrostatik yang menghasilkan penurunan oedema. ROM atau stretching exercise ke segala arah juga dapat meningkatkan aliran darah ke kaki. Sedangkan buergen allen's exercise dapatmeningkatkan suplai darah ke ekstremitas,berpotensi mengarah pada pembentukan vaskular baru (Turan et al., 2015).

Hasil evaluasi juga didapatkan adanya peningkatan ROM pada gerakan fleksi- ekstensi ankle, serta

evers, yang tercantum pada tabel 7. Hasil ini sesuai dengan hasil penelitian pada sebuah studi (Cerrahoglu et al., 2016) yang melaporkan bahwa latihan aktif ROM pada ankle menghasilkan penurunan keterbatasan sendi dan tekanan plantar kaki selama berjalan. Pada studi lainnya (Tran et al., 2021) juga melaporkan bahwa pada grup eksperimental dengan pemberian intervensi latihan aktif ROM ankle memiliki penyembuhan ulkus yang lebih cepat dibandingkan grup kontrol yang tidak diberikan latihan. Mekanisme kerja latihan ini diyakini melibatkan peningkatan suplai darah ke daerah tersebut, yang menghasilkan penyembuhan luka yang lebih baik. Sehingga diharapkan dengan pemberian intervensi fisioterapi dalam jangka panjang dapat membantu mempercepat proses penyembuhan luka, yang juga menjadi fokus utama bagi fisioterapi integumen.

Pada pemeriksaan fungsional menggunakan barthel index yang ditunjukkan pada tabel 5, didapatkan hasil 90 yang mengindikasikan pasien memiliki tingkat ketergantungan sedang. Setelah diberikan intervensi fisioterapi kemudian dievaluasi, didapatkan hasil adanya peningkatan 5 poin pada barthel index (tabel 8), yang berarti pasien mengalami peningkatan ke ketergantungan ringan. Hasil ini sesuai dengan studi yang dilakukan oleh Matos et al (2018), yang melaporkan pasien pada grup exercise menunjukkan kualitas hidup lebih baik terkait domain fisik, emosional dan sosial.

Keterbatasan

Keterbatasan dalam penelitian ini adalah waktu penelitian yang sangat singkat, jadwal kedatangan pasien hanya satu kali per minggu dengan total pemberian intervensi hanya sebanyak 2 kali, dan aktivitas pasien yang tidak dapat dikontrol, serta tempat praktek yang belum memadai dan terbatas.

Kesimpulan

Pasien yang berusia 54 tahun dengan diagnosa medis diabetic foot ulcer, setelah diberikan intervensi fisioterapi berupa active range of motion dan pumping exercise, buerger allen's exercise dan stretching statis sebanyak 2 kali, serta pemberian edukasi dan home program selama 2 minggu, didapatkan hasil yaitu penurunan oedema, peningkatan ROM dan fleksibilitas sendi ankle.

Daftar Pustaka

- Cerrahoglu, L., Koşan, U., Sirin, T. C., & Ulusoy, A. (2016). Range of motion and plantar pressure evaluation for the effects of self-care foot exercises on diabetic patients with and without neuropathy. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 106(3), 189-200.
- Francia, P., Seghieri, G., Gulisano, M., De Bellis, A., Toni, S., Tedeschi, A., & Anichini, R. (2015). The role of joint mobility in evaluating and monitoring the risk of diabetic foot ulcer. *Diabetes research and clinical practice*, 108(3), 398-404.
- Francia, P., Anichini, R., Seghieri, G., De Bellis, A., & Gulisano, M. (2018). History, prevalence and assessment of limited joint mobility, from stiff hand syndrome to diabetic foot ulcer prevention: a narrative review of the literature. *Current diabetes reviews*, 14(5), 411-426.
- Harris-Hayes, M., Schootman, M., Schootman, J. C., & Hastings, M. K. (2020). The role of physical therapists in fighting the type 2 diabetes epidemic. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy*, 50(1), 5-16.
- Ho, T. K., Leigh, R. D., & Tsui, J. (2013). Diabetic foot disease and oedema. *The British Journal of Diabetes & Vascular Disease*, 13(1), 45-50.
- Matos, M., Mendes, R., Silva, A. B., & Sousa, N. (2018). Physical activity and exercise on diabetic foot related outcomes: a systematic review. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 139, 81-90.
- Mills, J. L. (2016). Lower limb ischaemia in patients with diabetic foot ulcers and gangrene: recognition, anatomic patterns and revascularization strategies. *Diabetes/metabolism research and reviews*, 32, 239-245.
- Noor, S., Zubair, M., & Ahmad, J. (2015). Diabetic foot ulcer—a review on pathophysiology, classification

- and microbial etiology. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*, 9(3), 192-199.
- Oliver TI, Mutluoglu M. Diabetic Foot Ulcer.[Updated 2021 Aug 19]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK537328/>
- Ramirez-Acuña, J. M., Cardenas-Cadena, S.A., Marquez-Salas, P. A., Garza- Veloz, I., Perez-Favila, A., Cid-Baez, Martinez-Fierro, M. L. (2019). Diabetic foot ulcers: current advances in antimicrobial therapies and emerging treatments. *Antibiotics*, 8(4), 193.
- Tran, M. M., & Haley, M. N. (2021). Does exercise improve healing of diabetic foot ulcers A systematic review. *Journal of foot and ankle research*, 14(1), 1-9.
- Turan, Y., Ertugrul, B. M., Lipsky, B. A., & Bayraktar, K. (2015). Does physical therapy and rehabilitation improve outcomes for diabetic foot ulcers. *World journal of experimental medicine*, 5(2), 130.
- Yazdanpanah, L., Shahbazian, H., Nazari, I., Arti, H. R., Ahmadi, F., & Hesam, S. (2018). Incidence and risk factors of diabetic foot ulcer: a population-based diabetic foot cohort (ADFC study)—two-year follow-up study. *International journal of endocrinology*, 2018.