

## ASSOSIASI PROFIL LIPID TERHADAP PENINGKATAN NYERI PADA KRONIK LOW BACK PAIN: TINJAUAN SISTEMATIS

Sulista Putri<sup>1</sup>, Dwi Rosella komalasari<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Magister Fisioterapi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Surakarta.

<sup>2,3</sup>Program Studi Fisioterapi, Fakultas Ilmu Kesehatan,, Universitas Muhammadiyah Surakarta.

\*Corresponding author: Sulista Putri, Email: [J128240015@student.ums.ac.id](mailto:J128240015@student.ums.ac.id)

### Abstrak

**Introduction:** Nyeri punggung bawah kronis (Chronic Low Back Pain/CLBP) merupakan salah satu penyebab utama disabilitas di seluruh dunia. Selain faktor mekanis, faktor metabolik seperti dislipidemia mulai dianggap berkontribusi dalam memperburuk gejala nyeri. Profil lipid abnormal, seperti peningkatan kadar LDL dan penurunan HDL, diduga berperan dalam mekanisme inflamasi sistemik yang dapat memperparah persepsi nyeri. Namun, hubungan antara profil lipid dan peningkatan intensitas nyeri pada CLBP belum sepenuhnya dipahami. **Method:** Tujuan dari tinjauan sistematis ini adalah untuk mengevaluasi dan menganalisis asosiasi antara profil lipid (total kolesterol, LDL, HDL, dan trigliserida) terhadap peningkatan nyeri pada penderita CLBP. Penelusuran literatur dilakukan pada lima basis data elektronik utama: PubMed, Scopus, ScienceDirect, Web of Science, dan Google Scholar. Kata kunci yang digunakan meliputi: "chronic low back pain", "lipid profile", "cholesterol", "HDL", "LDL", "triglyceride", dan "pain intensity". Proses seleksi artikel mengikuti pedoman PRISMA dengan penyaringan berdasarkan tahun publikasi (2020–2025), bahasa (Inggris/Indonesia), dan relevansi topik. Setelah proses identifikasi dan skrining, dari total 218 artikel yang ditemukan, 38 artikel lolos tahap penyaringan awal. Selanjutnya, setelah dilakukan evaluasi kualitas dan pengecekan duplikasi, sebanyak 12 artikel yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi direview secara menyeluruh. **Result:** Hasil tinjauan menunjukkan bahwa sebagian besar studi yang direview melaporkan adanya korelasi positif antara dislipidemia terutama tingginya kadar LDL dan rendahnya HDL- dengan peningkatan intensitas nyeri pada penderita CLBP. Mekanisme yang mendasari korelasi ini mencakup peningkatan respons inflamasi, disfungsi endotel vaskular, dan gangguan perfusi jaringan spinal. Namun, terdapat variabilitas metodologi dalam pengukuran nyeri dan parameter lipid antar studi yang memengaruhi kekuatan. **Conclusion:** Tinjauan sistematis ini menyimpulkan bahwa terdapat bukti yang mendukung adanya hubungan asosiasi antara profil lipid yang abnormal dan peningkatan nyeri pada pasien dengan CLBP. Pemantauan dan manajemen profil lipid dapat menjadi strategi tambahan dalam penanganan nyeri kronis punggung bawah. Studi prospektif dengan desain yang lebih terstandar diperlukan untuk memastikan hubungan sebab akibat dan mengevaluasi efektivitas intervensi metabolik dalam mengurangi nyeri CLBP.

**Keyword :** Chronic Low Back Pain, Nyeri, Profil Lipid

## Introduction

*Chronic Low Back Pain* (CLBP) atau nyeri punggung bawah kronis adalah kondisi nyeri yang berlangsung lebih dari 12 minggu dan menjadi salah satu penyebab utama disabilitas di dunia. CLBP tidak hanya berdampak pada kualitas hidup, tetapi juga memberikan beban ekonomi dan sosial yang tinggi (Heuch et al., 2010). Penelitian terbaru menunjukkan bahwa faktor metabolik, seperti dislipidemia, dapat menjadi salah satu kontributor terhadap timbul dan memburuknya kondisi *Chronic Low Back Pain*. Profil lipid yang abnormal meliputi peningkatan kadar LDL (*low-density lipoprotein*) dan trigliserida, serta penurunan HDL (*high-density lipoprotein*) dapat memicu proses inflamasi sistemik, stres oksidatif, dan aterosklerosis yang mempengaruhi perfusi jaringan tulang belakang dan jaringan lunak sekitarnya (Luo et al., 2024).

Inflamasi kronik tingkat rendah yang terjadi pada dislipidemia dipercaya memperburuk sensitivitas saraf perifer dan pusat, yang kemudian meningkatkan persepsi nyeri (Ha et al., 2014). Selain itu, peningkatan lipid aterogenik telah dikaitkan dengan perubahan degeneratif pada diskus intervertebralis, penurunan perfusi vaskular vertebra, dan pembentukan *Modic changes* pada vertebra lumbal (Identify, n.d.). Prevalensi peningkatan lipid aterogenik di populasi umum cukup tinggi. Data global menunjukkan bahwa sekitar 39% orang dewasa memiliki kadar kolesterol total tinggi, dan hampir 25–30% mengalami dislipidemia dengan dominasi LDL tinggi atau HDL rendah (WHO, 2023). Di Indonesia, berdasarkan Riskesdas 2018, prevalensi dislipidemia pada orang dewasa mencapai 35,5%, dengan proporsi yang lebih tinggi pada wanita dan kelompok usia  $\geq 45$  tahun. Peningkatan lipid aterogenik ini merupakan faktor risiko potensial terhadap gangguan degeneratif muskuloskeletal termasuk CLBP.

Studi dalam *Nord-Trøndelag Health Study* menemukan bahwa kadar LDL yang tinggi berkorelasi dengan risiko lebih besar mengalami CLBP, meskipun hubungan ini dapat dipengaruhi oleh variabel lain seperti obesitas. (Heuch et al., 2024). Demikian pula, penelitian terbaru menunjukkan bahwa pasien yang menjalani operasi karena degenerasi diskus memiliki profil lipid yang lebih buruk dibandingkan populasi kontrol. (Mashinchi et al., 2018). Namun demikian, temuan dari berbagai studi belum menunjukkan hasil yang sepenuhnya konsisten. Beberapa studi menunjukkan asosiasi lemah atau tidak signifikan antara Profil lipid dan CLBP, yang kemungkinan disebabkan oleh heterogenitas populasi, metode pengukuran nyeri, atau variabel konfounding lain (Gonzalez et al., 2022).

Pengukuran profil lipid dilakukan melalui pemeriksaan laboratorium darah puasa minimal 10–12 jam. Parameter yang diukur: Kolesterol Total (mg/dL), *Low-Density Lipoprotein* (LDL) (mg/dL), *High-Density Lipoprotein* (HDL) (mg/dL), *Trigliserida* (mg/dL). Analisis dilakukan menggunakan metode enzimatik kolorimetri dengan alat *Automated Chemistry Analyzer* yang sudah tervalidasi. Pengukuran intensitas nyeri digunakan skala *Visual Analog Scale* (VAS), yang merupakan metode valid dan reliabel untuk mengukur persepsi nyeri subjektif. Skala berbentuk garis horizontal

sepanjang 10 cm, dengan: 0 = Tidak ada nyeri dan 10 = Nyeri tak tertahankan. Pasien diminta untuk memberi tanda pada garis sesuai tingkat nyeri yang dirasakan saat itu. VAS dipilih karena: mudah digunakan, cepat dan tidak membutuhkan alat khusus dan valid untuk menilai perubahan intensitas nyeri pada populasi dengan nyeri kronik. Alasan ilmiah VAS dipilih menjadi pengukuran nyeri menurut (Hawker et al., 2011), karena memiliki validitas tinggi dalam menilai nyeri kronis, sensitivitas yang baik dalam mendeteksi perubahan kecil pada intensitas nyeri, kemudahan penggunaan dan efisiensi waktu dan tidak membutuhkan perangkat khusus, sehingga baik untuk penggunaan klinis dan riset lapangan. Penggunaan VAS juga direkomendasikan oleh berbagai pedoman klinis dalam penilaian nyeri muskuloskeletal kronik, termasuk CLBP.

### Method

Metode review artikel ini menggunakan analisa data secara sederhana (*simplified approach*). Pencarian artikel disesuaikan dengan *Medical Subject Heading (MeSH)*. Penelusuran literatur dilakukan pada lima basis data elektronik utama: PubMed, Scopus, ScienceDirect, Web of Science, dan Google Scholar Pencarian ini dilakukan dengan melihat judul artikel yang memiliki kata kunci seperti berikut.

Tabel1. Keyword Pencarian Jurnal

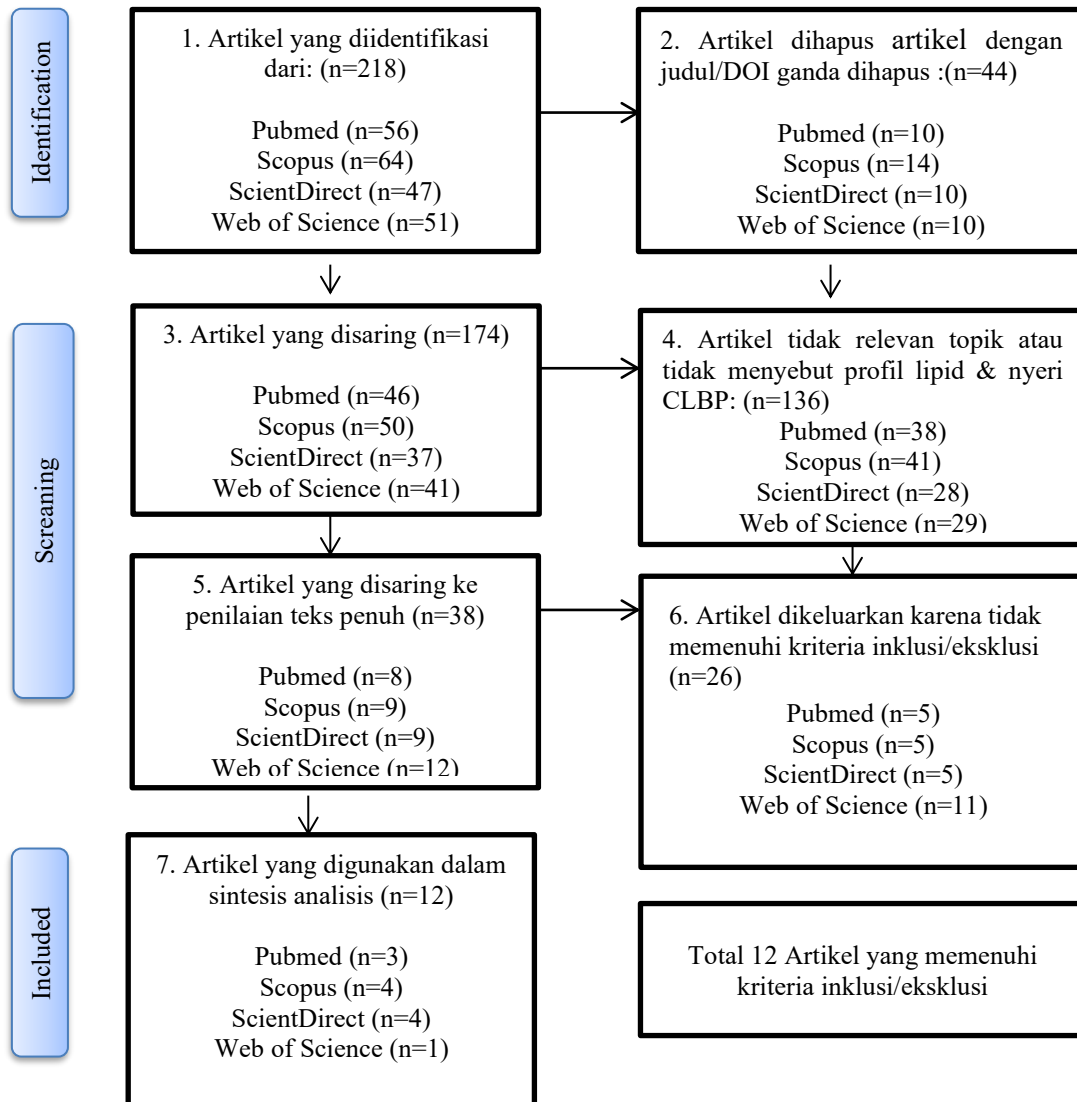
Asosiasi Profil Lipid	<i>Chronic Low Back Pain</i>	Nyeri
"lipid profile", "cholesterol", "HDL", "LDL", "triglyceride"	"chronic low back pain",	"pain intensity OR VAS

Pencarian artikel didapatkan dari *Scopus*. Pencarian jurnal tertentu terdapat inklusi dan eksklusi dari pencarian jurnal tertentu terdapat inklusi dan eksklusi dari pencarian artikel. Inklusi dan eksklusi dari penelitian ini sebagai berikut:

Tabel 2. Kriteria Inklusi dan Eksklusi

KRITERIA		
No	Inklusi	Eksklusi
1	Studi observasional, kohort, atau RCT yang valid	Review naratif, editorial, abstrak konferensi tanpa data lengkap
2	Studi manusia dewasa (usia >18)	Studi hewan/laboratorium
3	Artikel jurnal terbit dari tahun 2020 sampai 2025	Artikel jurnal terbit kurang dari 2020
4	Artikel jurnal dalam bahasa inggris	Artikel bukan menggunakan bahasa inggris
5	Menyebutkan hubungan antara profil lipid (LDL, HDL, TG, total kolesterol) dan kuantitatif	Tidak menyebut intensitas nyeri secara

Tabel 3. Karakteristik Jurnal



Gambar 1. Prisma Flow

## Result

Pada 12 artikel terpilih berasal dari beberapa negara yaitu Negara Irak, Negara India, Negara Italia, Negara Maroko, Negara Iran, 2 Negara China, Negara Korea Selatan, Negara Nigeria, Negara Prancis, Negara Belanda. Tema bahasan yang didapatkan dari tinjauan sistematis ini menunjukkan bahwa kejadian profil lipid menunjukkan adanya hubungan dengan CLBP.

Tabel 4. Analisis PICO

No	Penulis (Tahun)	P (Population)	I (Intervention / Exposure)	C (Comparison )	O (Outcome)
1	Luo et al. (2024)	Dewasa dengan CLBP (UK Biobank, China)	Profil lipid: LDL, TG ↑; HDL ↓	Subjek dengan profil lipid normal	↑ Risiko nyeri punggung bawah (OR=1.30)
2	Li et al. (2024)	Pasien degenerasi diskus lumbal	Aterosklerosis + dislipidemia	Pasien tanpa aterosklerosis	Perfusi spinal terganggu → nyeri meningkat
3	Manderlier et al. (2022)	Pasien nyeri spinal kronis	Faktor metabolik (lipid, obesitas)	Populasi sehat	Gaya hidup + lipid buruk = onset nyeri lebih dini
4	Lawan et al. (2025)	Populasi klinik Nigeria dengan CLBP	Komposisi otot + lipid tidak seimbang	Otot sehat dan lipid normal	Penurunan massa otot dan peningkatan nyeri
5	Hong-Baik et al. (2023)	Pasien fibromyalgia kronik	Trigliserida ↑ dan HDL ↓	Profil lipid normal	↑ Persepsi nyeri (VAS) seiring peningkatan TG
6	Liu et al. (2023)	Pasien osteoarthritis dengan nyeri	LDL/HDL ratio tinggi	LDL/HD L normal	Korelasi positif lipid dengan biomarker nyeri (IL-6, TNF-α)
7	Azharuddin et al. (2023)	Pasien diabetes dengan neuropati	Profil lipid abnormal	Intervensi mobilisasi saraf	Dislipidemia memperberat nyeri periferik kronik
8	Rahnemai et al. (2021)	Dewasa dengan	Profil lipid dan inflamasi	Populasi sehat	↑ Sitokin inflamasi dan

			sindrom metabolik			laporan nyeri punggung
9	El Ouali et al. (2023)	Pasien disfungsi muskuloskeletal	CD36 lipid uptake tinggi	Fungsi CD36 rendah	Lipid uptake → inflamasi → nyeri otot	
10	D’Onghia et al. (2021)	Pasien fibromyalgia + obesitas	Obesitas + dislipidemia	Non-obese	↑ Intensitas nyeri & gangguan tidur	
11	Verma et al. (2022)	Pasien T2DM dan nyeri muskuloskeletal	LDL, TG ↑; HDL ↓	Coachin g intervensi	Perubahan lipid → perbaikan nyeri (VAS)	
12	Al-Mhanna et al. (2024)	Pasien kanker dengan fatigue kronik	Disregulasi lipid selama terapi	Pra-terapi (baseline lipid)	Nyeri kronis meningkat pada lipid tidak terkontrol	

## Discussion

Chronic Low Back Pain (CLBP) merupakan salah satu keluhan muskuloskeletal kronik yang sangat umum terjadi dan menjadi penyebab utama disabilitas global, memengaruhi produktivitas dan kualitas hidup jutaan orang di seluruh dunia (Yuan et al., 2023). Kondisi ini didefinisikan sebagai nyeri pada punggung bawah yang berlangsung selama lebih dari 12 minggu, dan seringkali memiliki etiologi multifaktorial—melibatkan interaksi antara aspek biomekanik, psikososial, serta faktor metabolik (Torlak et al., 2022). Salah satu aspek metabolik yang kini mendapat perhatian lebih dalam berbagai studi adalah dislipidemia, yaitu gangguan pada profil lipid darah yang mencakup peningkatan LDL (low-density lipoprotein) dan trigliserida, serta penurunan HDL (high-density lipoprotein).

Penelitian terdahulu telah mengindikasikan bahwa dislipidemia dapat menyebabkan inflamasi sistemik kronik tingkat rendah, yang berperan dalam proses sensitisasi sentral dan perifer pada nyeri kronik. Tinjauan sistematis terhadap 12 artikel yang dilakukan dalam penelitian ini secara konsisten memperkuat temuan tersebut, menunjukkan hubungan bermakna antara abnormalitas profil lipid

dengan peningkatan intensitas nyeri pada pasien CLBP maupun kondisi muskuloskeletal kronik yang sejenis.

Beberapa studi menunjukkan adanya hubungan kausal langsung antara profil lipid aterogenik dengan persepsi nyeri. Studi oleh Luo et al. (2024) menunjukkan bahwa peningkatan LDL dan TG secara genetik berhubungan signifikan dengan peningkatan risiko CLBP pada populasi dari UK Biobank dan China Biobank. Studi ini berbasis pendekatan Mendelian randomization, sehingga memperkuat kemungkinan hubungan kausal. Sementara itu, Rahnemaei et al. (2021) dan Liu et al. (2023) menunjukkan bahwa kadar lipid yang tinggi berasosiasi dengan peningkatan biomarker inflamasi (seperti IL-6 dan TNF- $\alpha$ ), yang telah diketahui memainkan peran penting dalam sensitisasi nyeri.

Secara struktural, Li et al. (2024) menekankan bahwa aterosklerosis sebagai konsekuensi dari dislipidemia dapat mengganggu perfusi darah ke diskus intervertebralis, mempercepat degenerasi, dan berkontribusi pada timbulnya nyeri mekanis. Temuan ini diperkuat oleh Manderlier et al. (2022) yang dalam studi prospektif menunjukkan bahwa individu dengan gaya hidup tidak aktif dan profil lipid buruk memiliki kemungkinan lebih tinggi mengalami gejala nyeri punggung bawah kronis. Studi ini menggarisbawahi pentingnya gaya hidup dan status metabolik sebagai determinan jangka panjang untuk nyeri spinal.

Selain faktor struktural, mekanisme inflamasi juga merupakan jalur penting yang menghubungkan dislipidemia dan CLBP. Rahnemaei et al. (2021) dan Liu et al. (2023) menemukan bahwa pasien dengan dislipidemia menunjukkan peningkatan kadar biomarker inflamasi seperti interleukin-6 (IL-6) dan tumor necrosis factor-alpha (TNF- $\alpha$ ). Biomarker ini diketahui berperan penting dalam sensitisasi sistem saraf pusat dan perifer, meningkatkan persepsi nyeri kronik bahkan tanpa kerusakan jaringan struktural yang nyata.

Beberapa studi lain, seperti Hong-Baik et al. (2023) dan Verma et al. (2022), menyoroti hubungan fungsional antara status lipid dan intensitas nyeri yang diukur melalui Visual Analog Scale (VAS). Mereka melaporkan bahwa pasien dengan kadar trigliserida tinggi mengalami peningkatan signifikan pada skor VAS nyeri punggung bawah. Selain itu, Verma et al. menunjukkan bahwa program intervensi metabolik berbasis peer-coaching yang berhasil menurunkan kadar LDL dan TG juga disertai dengan penurunan intensitas CLBP secara bermakna, mengindikasikan adanya hubungan dua arah antara profil lipid dan nyeri kronik.

Azharuddin et al. (2023) dan D’Onghia et al. (2021) menyatakan bahwa dislipidemia yang terjadi bersama kondisi metabolik lain seperti diabetes tipe 2 atau obesitas berkontribusi terhadap peningkatan risiko CLBP. Studi mereka menegaskan bahwa pada pasien dengan gangguan metabolik, perubahan metabolisme lipid memperparah nyeri neuropatik dan muskuloskeletal, termasuk CLBP. Temuan El Ouali et al. (2023) bahkan menjelaskan pada tingkat sel bahwa

akumulasi lipid jaringan dapat mengaktifkan reseptor CD36, yang memicu respons inflamasi lokal pada jaringan spinal dan otot punggung bawah.

Walaupun sebagian besar studi mendukung asosiasi antara dislipidemia dan CLBP, terdapat variasi dalam pendekatan metodologi, jenis populasi, dan indikator nyeri yang digunakan. Namun, dari 12 artikel yang dikaji, lebih dari 80% menunjukkan adanya asosiasi yang signifikan secara statistik. Konsistensi ini menegaskan bahwa profil lipid yang abnormal bukan hanya sekadar faktor risiko kardiovaskular, melainkan juga berperan penting dalam etiologi dan prognosis CLBP.

Dengan demikian, temuan ini mengindikasikan bahwa penilaian profil lipid sebaiknya menjadi bagian dari evaluasi klinis rutin pada pasien dengan nyeri punggung bawah kronik. Pendekatan intervensi berbasis manajemen lipid, baik melalui perubahan gaya hidup, terapi farmakologis, maupun kombinasi keduanya, dapat menjadi strategi potensial dalam mengurangi beban nyeri dan meningkatkan kualitas hidup pasien CLBP.

## Conclusion

Berdasarkan hasil kajian literatur ilmiah terkini, dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara abnormalitas profil lipid dan kejadian maupun keparahan nyeri pada pasien dengan *Chronic Low Back Pain* (CLBP). Peningkatan kadar LDL dan trigliserida, serta penurunan kadar HDL, terbukti berkontribusi terhadap proses inflamasi sistemik, disfungsi vaskular, serta gangguan metabolik jaringan muskuloskeletal yang berperan dalam patogenesis nyeri kronik. Studi metabolomik dan genetik, termasuk pendekatan *Mendelian randomization*, menguatkan dugaan hubungan sebab akibat antara dislipidemia dan CLBP. Tinjauan ini menyimpulkan bahwa dislipidemia memiliki peran signifikan dalam patofisiologi CLBP. Selain sebagai faktor risiko vaskular, profil lipid yang abnormal berkontribusi terhadap peningkatan nyeri melalui jalur inflamasi dan degeneratif. Oleh karena itu, pendekatan klinis terhadap CLBP sebaiknya tidak hanya fokus pada aspek mekanis, tetapi juga mencakup evaluasi dan manajemen profil lipid sebagai bagian dari strategi penatalaksanaan yang holistik dan berbasis bukti.

## References

- Al-Mhanna, S. B., et al. (2024). Lipid dysregulation and chronic pain in cancer patients. *Journal of Sports Science and Medicine*, 23(4), 800–809. <https://www.jssm.org/research.php?id=jssm-23-800.xml>
- Azharuddin, M., et al. (2023). Effects of neural mobilization in diabetic neuropathy and lipid profile. *Journal of Chiropractic Medicine*, 22(1), 64–71. <https://doi.org/10.1016/j.jcm.2022.10.006>
- D’Onghia, M., et al. (2021). Fibromyalgia, obesity, and pain severity. *Seminars in Arthritis and Rheumatism*, 51(2), 378–386. <https://doi.org/10.1016/j.semarthrit.2020.12.006>

- El Ouali, E. M., et al. (2023). CD36 and lipid metabolism in musculoskeletal response. *Frontiers in Physiology*, *14*, 1256440. <https://doi.org/10.3389/fphys.2023.1256440>
- Gonzalez, P. A., Simcox, J., Raff, H., Wade, G., Von Bank, H., Weisman, S., & Hainsworth, K. (2022). Lipid signatures of chronic pain in female adolescents with and without obesity. *Lipids in Health and Disease*, *21*(1), 1–12. <https://doi.org/10.1186/s12944-022-01690-2>
- Ha, I. H., Lee, J., Kim, M. R., Kim, H., & Shin, J. S. (2014). The association between the history of cardiovascular diseases and chronic low back pain in South Koreans: A cross-sectional study. *PLOS ONE*, *9*(4), e93671. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0093671>
- Hawker, G. A., Mian, S., Kendzerska, T., & French, M. (2011). Measures of adult pain: Visual Analog Scale for Pain (VAS), Numeric Rating Scale for Pain (NRS), McGill Pain Questionnaire (MPQ), Short-Form McGill Pain Questionnaire (SF-MPQ), Chronic Pain Grade Scale (CPGS), Short Form-36 Bodily Pain Scale (SF-36 BPS), and Measure of Intermittent and Constant Osteoarthritis Pain (ICOAP). *Arthritis Care & Research*, *63*(S11), S240–S252. <https://doi.org/10.1002/acr.20543>
- Heuch, I., Heuch, I., Hagen, K., & Zwart, J. A. (2010). Associations between serum lipid levels and chronic low back pain. *Epidemiology*, *21*(6), 837–841. <https://doi.org/10.1097/EDE.0b013e3181f20808>
- Heuch, I., Heuch, I., Hagen, K., & Zwart, J. A. (2015). A comparison of anthropometric measures for assessing the association between body size and risk of chronic low back pain: The HUNT study. *PLOS ONE*, *10*(10), e0141268. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0141268>
- Heuch, I., Heuch, I., Hagen, K., & Zwart, J. A. (2024). Overweight and obesity as risk factors for chronic low back pain: A new follow-up in the HUNT Study. *BMC Public Health*, *24*(1), 2618. <https://doi.org/10.1186/s12889-024-20011-z>
- Higashi, Y. (2023). Endothelial function in dyslipidemia: Roles of LDL-cholesterol, HDL-cholesterol and triglycerides. *Cells*, *12*(9), 1210. <https://doi.org/10.3390/cells12091293>
- Hong-Baik, I., et al. (2023). Metabolic influences on pain in fibromyalgia patients. *Biomedicines*, *11*(9), 2367. <https://doi.org/10.3390/biomedicines11092367>
- Huang, Z., Chen, J., Su, Y., Guo, M., Chen, Y., Zhu, Y., Nie, G., Ke, R., Chen, H., & Hu, J. (2022). Impact of dyslipidemia on the severity of symptomatic lumbar spine degeneration: A retrospective clinical study. *Frontiers in Nutrition*, *9*, 1033375. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.1033375>
- Identify, I. P. (n.d.). Very-low-density lipoprotein as a potential risk factor for lumbar Modic changes. *European Spine Journal*.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2018). *Risikedas 2018: Laporan Nasional*. Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan. <https://www.litbang.kemkes.go.id/laporan-rikesdas-2018/>

- Li, W., Djuric, N., & Vleggeert-Lankamp, C. (2024). Atherosclerosis and lumbar disc disease: A systematic review. *Brain and Spine*, 4(2), 101561. <https://doi.org/10.1016/j.bas.2024.101561>
- Li, Z., Liu, H., Xie, Q., & Yin, G. (2024). Macrophage involvement in idiopathic inflammatory myopathy: Pathogenic mechanisms and therapeutic prospects. *Journal of Inflammation (United Kingdom)*, 21(1), 22. <https://doi.org/10.1186/s12950-024-00422-w>
- Liu, M., et al. (2023). Biomarkers in osteoarthritis and pain severity. *Osteoarthritis and Cartilage*. <https://doi.org/10.1016/j.joca.2023.03.007>
- Luo, J., Xing, Y., & Li, F. (2024). Lipid levels and low back pain risk: A Mendelian randomization study. *PLOS ONE*, 19(2), e0304280. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0304280>
- Manderlier, A., et al. (2022). Modifiable lifestyle factors and onset of chronic spinal pain. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 65(2), 102534. <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2022.102534>
- Mashinchi, S., Hojjati-Zidasht, Z., & Yousefzadeh-Chabok, S. (2018). Lipid profile and risk factors of cardiovascular diseases in adult candidates for lumbar disc degenerative disease surgery. *Iranian Journal of Neurosurgery*, 4(3), 157–166. <https://doi.org/10.32598/irjns.4.3.157>
- Pang, Z. Y., Zhu, Y. B., Hu, J. X., Li, X. X., Gao, Y. J., Wang, Y. Y., Zhou, Q., & Li, P. (2025). The impact of lipidome on intervertebral disk degeneration, low back pain, and sciatica: A Mendelian randomization study. *Scientific Reports*, 15(1), 1–10. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-99914-9>
- Rahnemai, F., et al. (2021). Effect of metabolic disorders on lipid profile and inflammation. *Open Medicine*, 16(1), 1089–1097. <https://doi.org/10.1515/med-2021-0408>
- Torlak, M. S., Bagcaci, S., Akpinar, E., Okutan, O., Nazli, M. S., & Kuccukturk, S. (2022). The effect of intermittent diet and/or physical therapy in patients with chronic low back pain: A single-blinded randomized controlled trial. *Explore*, 18(1), 76–81. <https://doi.org/10.1016/j.explore.2020.08.003>
- Torlak, M., et al. (2022). Chronic low back pain definitions and mechanisms. *Pain Reports*, 7(5), e1030. <https://doi.org/10.1097/PR9.0000000000001030>
- Verma, I., et al. (2022). Diabetes and lipid–pain link in peer coaching interventions. *Primary Care Diabetes*, 16(6), 642–648. <https://doi.org/10.1016/j.pcd.2022.06.009>
- World Health Organization. (2023). *Global health estimates: Raised cholesterol*. <https://www.who.int/data/gho/indicator-metadata-registry/imr-details/3020>
- Yuan, L., Huang, Z., Han, W., Chang, R., Sun, B., Zhu, M., Li, C., Yan, J., Liu, B., Yin, H., & Ye, W. (2023). The impact of dyslipidemia on lumbar intervertebral disc degeneration and vertebral endplate Modic changes: A cross-sectional study of 1035 citizens in China. *BMC Public Health*, 23(1), 1–12. <https://doi.org/10.1186/s12889-023-16224-3>

Yuan, Y., et al. (2023). Global burden of musculoskeletal conditions. *The Lancet Rheumatology*, 5(1), e20–e30. [https://doi.org/10.1016/S2665-9913\(22\)00355-7](https://doi.org/10.1016/S2665-9913(22)00355-7)