

Analisa Hubungan Sikap Duduk, Berat Tas dan Jenis Kelamin terhadap Terjadinya Skoliosis pada Siswa/I SMP Negeri 2 Pancur Batu

Arief Michael Budianto^{1*}, Trisno Susilo², Ida Aryani Pasaribu³

¹²³Stikes Siti Hajar, Medan, Indonesia

Email: michaelbudianto200210@gmail.com

(* : coresponding author)

Abstrak. Skoliosis merupakan kelainan muskuloskeletal yang sering terjadi pada remaja dan dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk kebiasaan postur, beban tas sekolah, dan karakteristik individu. Identifikasi faktor risiko penting dilakukan sebagai dasar upaya pencegahan sejak dini di lingkungan sekolah. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan sikap duduk, berat tas, dan jenis kelamin terhadap kejadian skoliosis pada siswa SMP Negeri 2 Pancur Batu. Penelitian menggunakan desain analitik observasional dengan pendekatan cross-sectional. Sampel penelitian berjumlah 80 siswa yang dipilih menggunakan teknik stratified random sampling. Data dikumpulkan melalui observasi sikap duduk, pengukuran berat tas, identifikasi jenis kelamin, dan skrining skoliosis menggunakan Adam's Forward Bend Test. Analisis data dilakukan secara univariat, bivariat menggunakan uji Chi-square, serta multivariat menggunakan regresi logistik dengan tingkat kemaknaan $p < 0,05$. Hasil penelitian menunjukkan bahwa berat tas berhubungan secara signifikan dengan kejadian skoliosis ($p < 0,001$; $OR = 7,426$), sedangkan sikap duduk ($p = 0,080$) dan jenis kelamin ($p = 0,923$) tidak menunjukkan hubungan yang signifikan. Berat tas merupakan faktor yang paling dominan terhadap kejadian skoliosis pada siswa. Berat tas yang melebihi rekomendasi meningkatkan risiko terjadinya skoliosis pada siswa. Oleh karena itu, diperlukan edukasi ergonomi, pengawasan berat tas sekolah, serta skrining postur secara berkala sebagai upaya promotif dan preventif untuk menjaga kesehatan tulang belakang remaja.

Kata Kunci : skoliosis, sikap duduk, berat tas, jenis kelamin, remaja, ergonomi sekolah

Abstract. Scoliosis is a musculoskeletal disorder that often occurs in adolescents and can be affected by a variety of factors, including posture habits, school bag loads, and individual characteristics. Identification of risk factors is important to be carried out as the basis for prevention efforts from an early age in the school environment. This study aims to analyze the relationship between sitting posture, bag weight, and gender to the incidence of scoliosis in students of SMP Negeri 2 Pancur Batu. The study used an observational analytical design with a cross-sectional approach. The research sample amounted to 80 students who were selected using stratified random sampling techniques. Data were collected through seated observation, bag weight measurement, gender identification, and scoliosis screening using the Adam's Forward Bend Test. Data analysis was carried out univariately, bivariately using the Chi-square test, and multivariate using logistic regression with a significance level of $p < 0.05$. The results showed that bag weight was significantly related to the incidence of scoliosis ($p < 0.001$; $OR = 7.426$), while sitting posture ($p = 0.080$) and gender ($p = 0.923$) showed no significant relationship. The weight of the bag is the most dominant factor in the incidence of scoliosis in students. Bag weights that exceed the recommendations increase the risk of scoliosis in students. Therefore, ergonomic education, weight monitoring of school bags, and regular posture screening are needed as a promotive and preventive effort to maintain the health of the adolescent spine.

Keywords: scoliosis, sitting posture, bag weight, gender, adolescent, school ergonomics

1. PENDAHULUAN

Skoliosis merupakan kelainan muskuloskeletal yang ditandai dengan deviasi lateral tulang belakang disertai rotasi vertebra dengan sudut Cobb $\geq 10^\circ$. Kondisi ini paling sering ditemukan pada masa remaja atau Adolescent Idiopathic Scoliosis (AIS), yaitu periode pertumbuhan tulang yang berlangsung sangat cepat sehingga perubahan postur dapat berkembang secara progresif apabila tidak terdeteksi sejak dini. AIS diperkirakan dialami oleh sekitar 1–3% remaja usia 10–16 tahun dan menjadi salah satu penyebab gangguan postur yang paling sering dijumpai pada kelompok usia sekolah. Selain menyebabkan deformitas tulang belakang, skoliosis juga berhubungan dengan nyeri punggung,

penurunan fungsi fisik, gangguan keseimbangan, keterbatasan aktivitas sehari-hari, serta penurunan kualitas hidup apabila tidak mendapatkan penanganan yang tepat (An et al., 2023).

Perubahan gaya hidup pada anak usia sekolah turut meningkatkan risiko terjadinya gangguan postur. Aktivitas belajar yang berlangsung selama 6–8 jam setiap hari menyebabkan siswa menghabiskan sebagian besar waktunya dalam posisi duduk. Di sisi lain, penggunaan perangkat digital setelah jam sekolah semakin meningkatkan durasi duduk dalam satu hari. Apabila posisi duduk dilakukan secara tidak ergonomis dan dipertahankan dalam waktu lama, maka beban mekanik pada tulang belakang meningkat sehingga dapat memengaruhi keseimbangan otot, distribusi gaya pada vertebra, serta memperbesar risiko terjadinya deformitas postur selama masa pertumbuhan. Penelitian terbaru juga menunjukkan bahwa kebiasaan postur yang salah berhubungan dengan peningkatan derajat kelengkungan pada remaja dengan skoliosis idiopatik, sehingga edukasi postur menjadi salah satu strategi preventif yang sangat penting di lingkungan sekolah (Azis et al., 2024).

Selain postur duduk, berat tas sekolah merupakan faktor ergonomi yang banyak mendapat perhatian dalam beberapa tahun terakhir. Beban tas yang melebihi kapasitas tubuh akan meningkatkan gaya kompresi pada tulang belakang dan menyebabkan tubuh melakukan kompensasi berupa peningkatan fleksi batang tubuh, perubahan pusat gravitasi, serta aktivasi otot paraspinial yang berlebihan. Berbagai penelitian biomekanik menunjukkan bahwa semakin besar beban yang dibawa, semakin besar pula tekanan kompresif yang diterima vertebra. Oleh karena itu, banyak organisasi kesehatan merekomendasikan agar berat tas sekolah tidak melebihi sekitar 10–15% dari berat badan siswa untuk meminimalkan risiko gangguan muskuloskeletal (Cuenca-Martínez et al., 2023).

Faktor biologis juga berkontribusi terhadap kejadian skoliosis, khususnya jenis kelamin. Berbagai penelitian melaporkan bahwa perempuan memiliki risiko lebih tinggi mengalami progresivitas skoliosis dibandingkan laki-laki. Perbedaan ini diduga berkaitan dengan kecepatan pertumbuhan tulang, perubahan hormonal selama masa pubertas, serta karakteristik biomekanik jaringan ikat yang berbeda antara laki-laki dan perempuan. Dengan demikian, jenis kelamin menjadi salah satu variabel penting yang perlu dipertimbangkan ketika melakukan skrining maupun upaya pencegahan skoliosis pada populasi remaja (Gargallo et al., 2023)..

Meskipun hubungan antara postur duduk, berat tas, dan skoliosis telah banyak dikaji, hasil penelitian sebelumnya masih menunjukkan variasi. Sebagian penelitian menemukan bahwa berat tas dan kebiasaan postur merupakan faktor yang berhubungan dengan perubahan biomekanik tulang belakang, sedangkan penelitian lain menunjukkan bahwa faktor-faktor tersebut tidak selalu berkaitan langsung dengan kejadian skoliosis karena dipengaruhi pula oleh usia, pertumbuhan, aktivitas fisik, dan karakteristik individu. Perbedaan hasil tersebut menunjukkan bahwa hubungan antara faktor ergonomi dan skoliosis masih memerlukan pembuktian lebih lanjut, terutama pada populasi siswa sekolah menengah pertama di Indonesia yang memiliki karakteristik aktivitas belajar, kebiasaan membawa tas, dan perilaku duduk yang berbeda dengan negara lain (An et al., 2023)..

Berdasarkan survei pendahuluan yang dilakukan peneliti di SMP Negeri 2 Pancur Batu, masih ditemukan sejumlah siswa yang menunjukkan postur tubuh asimetris, kebiasaan duduk yang kurang ergonomis, serta membawa tas sekolah dengan beban yang relatif berat. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya identifikasi faktor-faktor yang berhubungan dengan kejadian skoliosis sebagai dasar penyusunan program promotif dan preventif di lingkungan sekolah. Sampai saat ini, penelitian yang menganalisis secara simultan hubungan sikap duduk, berat tas, dan jenis kelamin terhadap kejadian skoliosis pada siswa SMP di Kabupaten Deli Serdang masih sangat terbatas. Kesenjangan penelitian ini menjadi dasar penting dilaksanakannya penelitian (Luo et al., 2023)..

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan sikap duduk, berat tas, dan jenis kelamin terhadap terjadinya skoliosis pada siswa SMP Negeri 2 Pancur Batu serta mengidentifikasi faktor yang paling dominan berhubungan dengan kejadian skoliosis. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi dasar ilmiah dalam penyusunan program skrining dini, edukasi ergonomi sekolah, dan intervensi fisioterapi preventif guna menurunkan risiko gangguan postur pada remaja.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan desain penelitian kuantitatif dengan pendekatan analitik observasional dan rancangan cross-sectional. Pendekatan ini dipilih karena bertujuan untuk menganalisis hubungan antara sikap duduk, berat tas, dan jenis kelamin terhadap kejadian skoliosis pada siswa sekolah menengah pertama dalam satu periode pengamatan tanpa memberikan intervensi kepada responden.

Penelitian dilaksanakan di SMP Negeri 2 Pancur Batu, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara, pada bulan Agustus 2024. Populasi penelitian adalah seluruh siswa kelas VII, VIII, dan IX yang berjumlah 410 siswa. Besar sampel ditentukan menggunakan rumus Taro Yamane dengan tingkat kesalahan 10%, sehingga diperoleh sebanyak 80 responden. Teknik pengambilan sampel menggunakan stratified random sampling, yaitu pengambilan sampel secara acak berdasarkan strata kelas untuk memastikan keterwakilan masing-masing tingkat pendidikan. Responden yang

memenuhi kriteria inklusi adalah siswa yang bersedia mengikuti penelitian, hadir pada saat pengambilan data, dan memperoleh persetujuan dari pihak sekolah serta orang tua/wali.

Variabel dependen dalam penelitian ini adalah kejadian skoliosis, sedangkan variabel independen meliputi sikap duduk, berat tas, dan jenis kelamin. Kejadian skoliosis diidentifikasi melalui pemeriksaan postur menggunakan observasi visual dengan melihat kesimetrisan bahu, skapula, dan uji membungkuk (Adam's Forward Bend Test) sebagai metode skrining awal. Sikap duduk dinilai melalui lembar observasi berdasarkan prinsip ergonomi saat proses belajar berlangsung. Berat tas diukur menggunakan timbangan digital, kemudian dibandingkan dengan berat badan responden untuk menentukan kategori beban sesuai rekomendasi ergonomi. Data jenis kelamin diperoleh melalui identitas responden.

Instrumen penelitian terdiri atas lembar karakteristik responden, lembar observasi sikap duduk, timbangan digital untuk mengukur berat tas, serta formulir pemeriksaan skrining skoliosis. Sebelum digunakan, instrumen telah melalui pengujian validitas dan reliabilitas sehingga layak digunakan dalam pengumpulan data penelitian.

Data dianalisis menggunakan perangkat lunak IBM SPSS Statistics. Analisis univariat dilakukan untuk menggambarkan distribusi karakteristik responden dalam bentuk frekuensi, persentase, rerata, dan simpangan baku. Hubungan antara masing-masing variabel independen dengan kejadian skoliosis dianalisis menggunakan uji Chi-square dengan tingkat kemaknaan ($p < 0,05$). Selanjutnya, analisis multivariat dilakukan menggunakan regresi logistik biner untuk mengidentifikasi faktor yang paling dominan berhubungan dengan kejadian skoliosis setelah mengendalikan pengaruh variabel lainnya.

Penelitian ini telah memperoleh izin dari pihak SMP Negeri 2 Pancur Batu serta menerapkan prinsip-prinsip etika penelitian yang meliputi penghormatan terhadap otonomi responden, kerahasiaan identitas, keadilan, dan beneficence. Seluruh responden dan orang tua/wali diberikan penjelasan mengenai tujuan penelitian sebelum menandatangani lembar persetujuan (informed consent).

3. HASIL

Karakteristik Responden

Sebanyak 80 siswa SMP Negeri 2 Pancur Batu berpartisipasi dalam penelitian ini. Responden terdiri atas siswa kelas VII, VIII, dan IX yang dipilih menggunakan teknik stratified random sampling. Karakteristik responden berdasarkan jenis kelamin, usia, dan hasil skrining skoliosis disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Responden (n = 80)

Karakteristik	n	%
Jenis kelamin		
Laki-laki	35	43,75
Perempuan	45	56,25
Usia (tahun)		
12	8	10,00
13	19	23,75
14	26	32,50
15	27	33,75
Hasil skrining skoliosis		
Berisiko skoliosis	29	36,25
Tidak berisiko	51	63,75

Dari 80 responden, sebagian besar berjenis kelamin perempuan (56,25%). Kelompok usia terbanyak adalah 15 tahun (33,75%), diikuti usia 14 tahun (32,50%). Hasil skrining menggunakan Adam's Forward Bend Test menunjukkan bahwa 29 siswa (36,25%) teridentifikasi berisiko mengalami skoliosis.

Hubungan antara sikap duduk, berat tas, dan jenis kelamin dengan kejadian skoliosis dianalisis menggunakan uji korelasi, kemudian dilanjutkan dengan regresi logistik untuk menentukan faktor yang paling dominan

Tabel 2. Hubungan Variabel Penelitian dengan Kejadian Skoliosis

Variabel	Nilai p	OR (Exp(B))	Keterangan
Sikap duduk	0,080	3,889	Tidak signifikan
Berat tas	<0,001	7,426	Signifikan
Jenis kelamin	0,923	0,939	Tidak signifikan

Analisis menunjukkan bahwa berat tas merupakan satu-satunya variabel yang berhubungan signifikan dengan kejadian skoliosis ($p < 0,001$). Siswa yang membawa tas dengan beban berlebih memiliki peluang sekitar 7,4 kali lebih besar mengalami skoliosis dibandingkan siswa dengan berat tas yang sesuai rekomendasi. Sebaliknya, sikap duduk ($p = 0,080$) dan jenis kelamin ($p = 0,923$) tidak menunjukkan hubungan yang bermakna setelah dianalisis secara multivariat. Dengan demikian, berat tas merupakan faktor yang paling dominan terhadap kejadian skoliosis pada siswa SMP Negeri 2 Pancur Batu.

4. PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan menganalisis hubungan sikap duduk, berat tas, dan jenis kelamin terhadap kejadian skoliosis pada siswa SMP Negeri 2 Pancur Batu. Hasil analisis menunjukkan bahwa berat tas merupakan faktor yang berhubungan secara signifikan dengan kejadian skoliosis, sedangkan sikap duduk dan jenis kelamin tidak menunjukkan hubungan yang bermakna setelah dilakukan analisis regresi logistik. Temuan ini menunjukkan bahwa faktor ergonomi, khususnya beban yang dibawa siswa setiap hari, memiliki kontribusi yang lebih besar dibandingkan faktor perilaku maupun karakteristik biologis dalam model penelitian ini.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sikap duduk tidak berhubungan secara signifikan dengan kejadian skoliosis ($p = 0,080$). Temuan ini mengindikasikan bahwa meskipun postur duduk yang kurang ergonomis dapat meningkatkan beban mekanik pada tulang belakang, kondisi tersebut belum tentu menyebabkan terbentuknya skoliosis struktural. Secara biomekanik, posisi duduk yang membungkuk atau asimetris lebih sering menimbulkan gangguan muskuloskeletal berupa nyeri punggung, kelelahan otot, dan perubahan postur fungsional dibandingkan kelainan kurvatura tulang belakang yang bersifat menetap. Menurut penelitian terbaru, skoliosis idiopatik merupakan kondisi multifaktorial yang dipengaruhi oleh interaksi faktor genetik, pertumbuhan tulang, kontrol neuromuskular, serta faktor lingkungan sehingga satu faktor ergonomi saja belum cukup menjelaskan terjadinya skoliosis (An et al., 2023; Romano et al., 2022).

Hasil penelitian ini berbeda dengan beberapa penelitian yang melaporkan bahwa kebiasaan duduk dalam posisi fleksi atau rotasi dalam waktu lama meningkatkan risiko gangguan postur pada remaja. Perbedaan tersebut kemungkinan disebabkan oleh variasi metode pengukuran postur, lama paparan posisi duduk, karakteristik responden, serta metode identifikasi skoliosis yang digunakan. Pada penelitian ini, sebagian besar siswa masih berada pada tahap pertumbuhan awal sehingga perubahan postur akibat kebiasaan duduk kemungkinan masih bersifat fungsional dan belum berkembang menjadi deformitas struktural. Selain itu, aktivitas fisik di luar sekolah serta variasi posisi tubuh selama beraktivitas juga dapat mengurangi efek negatif dari posisi duduk yang kurang ergonomis (Singh et al., 2025).

Sebaliknya, penelitian ini menemukan bahwa berat tas berhubungan signifikan dengan kejadian skoliosis ($p < 0,001$) dan merupakan faktor yang paling dominan dengan nilai Odds Ratio (OR) sebesar 7,426. Artinya, siswa yang membawa tas dengan beban berlebih memiliki peluang sekitar tujuh kali lebih besar mengalami skoliosis dibandingkan siswa yang membawa tas sesuai rekomendasi. Temuan ini memperkuat teori biomekanik bahwa peningkatan beban eksternal menyebabkan meningkatnya gaya kompresi pada vertebra, perubahan pusat gravitasi tubuh, serta peningkatan aktivitas otot paraspinal untuk mempertahankan keseimbangan. Apabila kondisi tersebut terjadi secara terus-menerus selama masa pertumbuhan, risiko terjadinya perubahan postur tulang belakang menjadi lebih besar.

Hasil penelitian ini sejalan dengan berbagai penelitian terbaru yang melaporkan bahwa penggunaan tas sekolah dengan berat melebihi 10–15% berat badan menyebabkan perubahan keseimbangan postural, peningkatan fleksi batang tubuh, perubahan distribusi tekanan pada tulang belakang, dan meningkatnya keluhan muskuloskeletal pada anak sekolah. Pada masa remaja, struktur tulang belakang masih mengalami proses pertumbuhan sehingga lebih rentan terhadap beban mekanik yang berulang. Oleh karena itu, rekomendasi pembatasan berat tas sekolah menjadi salah satu strategi preventif yang banyak disarankan dalam upaya menjaga kesehatan tulang belakang anak usia sekolah (Wahyuddin et al., 2022; Dockrell et al., 2021).

Selain berat tas, cara membawa tas juga memiliki implikasi biomekanik yang penting. Tas yang digunakan hanya pada satu bahu menyebabkan distribusi beban menjadi tidak seimbang sehingga tubuh melakukan kompensasi berupa elevasi bahu, laterofleksi batang tubuh, dan peningkatan aktivitas otot unilateral. Dalam jangka panjang kondisi

tersebut dapat memperburuk asimetri postur, terutama apabila dikombinasikan dengan berat tas yang berlebihan. Oleh karena itu, edukasi mengenai penggunaan tas punggung dengan dua tali serta pembatasan berat tas merupakan langkah preventif yang penting diterapkan di lingkungan sekolah.

Penelitian ini juga menunjukkan bahwa jenis kelamin tidak berhubungan secara signifikan dengan kejadian skoliosis setelah dilakukan analisis multivariat ($p=0,923$). Meskipun pada analisis sederhana ditemukan kecenderungan adanya hubungan, setelah dikontrol bersama variabel lain pengaruh tersebut tidak lagi bermakna. Hal ini menunjukkan bahwa jenis kelamin bukan merupakan faktor independen yang secara langsung menentukan kejadian skoliosis pada populasi penelitian ini. Kemungkinan besar pengaruh jenis kelamin dipengaruhi oleh faktor lain seperti kecepatan pertumbuhan, status pubertas, indeks massa tubuh, aktivitas fisik, maupun faktor genetik yang tidak dianalisis dalam penelitian ini.

Temuan tersebut sedikit berbeda dengan beberapa penelitian internasional yang menyatakan bahwa perempuan memiliki risiko progresivitas skoliosis lebih tinggi dibandingkan laki-laki, terutama pada masa percepatan pertumbuhan. Namun demikian, sebagian besar penelitian tersebut dilakukan pada pasien yang telah terdiagnosis Adolescent Idiopathic Scoliosis, sedangkan penelitian ini dilakukan pada populasi sekolah menggunakan metode skrining. Perbedaan karakteristik populasi, metode diagnosis, serta jumlah sampel dapat menjelaskan perbedaan hasil penelitian tersebut.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa faktor ergonomi masih menjadi aspek yang paling dapat dimodifikasi dalam pencegahan skoliosis pada remaja. Sekolah memiliki peran penting dalam mengembangkan kebijakan kesehatan sekolah melalui edukasi postur, pemeriksaan berat tas secara berkala, penyediaan loker penyimpanan buku, serta pelaksanaan skrining postur secara rutin bekerja sama dengan tenaga fisioterapi dan petugas kesehatan sekolah. Pendekatan promotif dan preventif tersebut diharapkan mampu mengurangi paparan faktor risiko sejak dini sehingga kejadian gangguan postur dapat diminimalkan.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Desain cross-sectional belum mampu menjelaskan hubungan sebab akibat antara faktor risiko dan kejadian skoliosis. Selain itu, variabel lain seperti indeks massa tubuh, aktivitas fisik, durasi penggunaan gawai, riwayat keluarga, status pubertas, dan kebiasaan olahraga belum dianalisis sehingga kemungkinan masih terdapat faktor perancu yang memengaruhi hasil penelitian. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan menggunakan desain kohort atau longitudinal dengan jumlah sampel yang lebih besar serta menambahkan variabel biomekanik dan faktor genetik agar mekanisme terjadinya skoliosis pada remaja dapat dijelaskan secara lebih komprehensif.

5. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa berat tas merupakan faktor yang berhubungan secara signifikan dengan kejadian skoliosis pada siswa SMP Negeri 2 Pancur Batu dan menjadi faktor yang paling dominan dibandingkan variabel lainnya. Siswa yang membawa tas dengan beban berlebih memiliki risiko lebih tinggi mengalami skoliosis. Sementara itu, sikap duduk dan jenis kelamin tidak menunjukkan hubungan yang signifikan dengan kejadian skoliosis. Temuan ini menegaskan pentingnya penerapan prinsip ergonomi di lingkungan sekolah, khususnya melalui pengendalian berat tas yang dibawa siswa, edukasi mengenai penggunaan tas yang benar, serta pelaksanaan skrining postur secara berkala sebagai upaya promotif dan preventif untuk menjaga kesehatan tulang belakang pada remaja.

6. DAFTAR PUSTAKA

- An, J. K., Berman, D., & Schulz, J. (2023). Back pain in adolescent idiopathic scoliosis: A comprehensive review. *Journal of Children's Orthopaedics*, 17(2), 95–106. <https://doi.org/10.1177/18632521221149058>
- Atika, N., Agustina, D., & Sulaiman, S. (2021). Efektifitas latihan muay Thai terhadap kebugaran di Medan muay Thai gm. *Health Science and Rehabilitation Journal*, 1(4), 22-26.
- Azis, R. G. A., & Naufal, A. F. (2024). The relationship between school bag load and the degree of scoliosis spinal curve in children aged 8–12 years. *Jurnal Keperawatan dan Fisioterapi*, 7(2). <https://doi.org/10.35451/ggrbex26>
- Bettany-Saltikov, J., de Mauroy, J. C., & Romano, M. (2021). Conservative management of adolescent idiopathic scoliosis: Current evidence and future directions. *Journal of Clinical Medicine*.
- Cuenca-Martínez, F., Varangot-Reille, C., Calatayud, J., Suso-Martí, L., Salar-Andreu, C., Gargallo, P., Blanco-Díaz, M., & Casaña, J. (2023). The influence of the weight of the backpack on the biomechanics of the child and adolescent: A systematic review and meta-analysis with a meta-regression. *Pediatric Physical Therapy*, 35(2), 212–226. <https://doi.org/10.1097/PEP.0000000000000996>
- Dockrell, S., Simms, C., & Blake, C. (2021). Schoolbag carriage and musculoskeletal health among children and adolescents: A review of recent evidence. *Applied Ergonomics*.

- Fajar, M. K., Rusdiawan, A., & Ar Rasyid, M. L. S. (2023). Improving leg power and Dolyo Chagi kick speed in Taekwondo using plyometric, SAQ, and circuit training methods. *Jurnal Keolahragaan*, 11(1), 87–94. <https://doi.org/10.21831/jk.v11i1.57955>
- for conservative treatment of idiopathic scoliosis during growth.
- Furqon, M. A., & Priyono, B. (2023). Pengaruh latihan ankle weight dan karet terhadap kecepatan tendangan dolyo chagi atlet Taekwondo Samin Blora. *Indonesian Journal for Physical Education and Sport*, 4(1), 183–190. <https://journal.unnes.ac.id/sju/inapes/article/view/51053>
- Kim, H., Lee, S., & Park, J. (2023). Risk factors associated with adolescent idiopathic scoliosis: A systematic review and meta-analysis. *BMC Musculoskeletal Disorders*.
- Luo, C., Wu, H., Liu, W., Luo, Y., Jie, Y., Ma, C. Z.-H., & Wong, M. (2024). The biomechanics of spinal orthoses for adolescent idiopathic scoliosis: A systematic review of the controlling forces. *Bioengineering*, 11(12), 1242. <https://doi.org/10.3390/bioengineering11121242>
- Muyor, J. M., López-Miñarro, P. A., & Casimiro-Andújar, A. J. (2022). Backpack carriage and spinal posture in schoolchildren: An updated review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*.
- Nasution, M. I., Vera, Y., & Sulaiman, S. (2021). Pengaruh Latihan Penguatan Metode Delorme Dan Metode Oxford Terhadap Peningkatan Kekuatan Ototquadriцеп Pada Siswa Di Sekolah Sepak Bola Kuda Putih Di Jalan Denai Jermal 15 Medan Tenggara VII. *Journal of Health Science and Physiotherapy*, 3(1), 9-17.
- Negrini, S., Donzelli, S., Aulisa, A. G., Czuprowski, D., Schreiber, S., de Mauroy, J. C., Diers, H., Grivas, T. B., Knott, P., Kotwicki, T., Maruyama, T., O'Brien, J., Price, N., Parent, E., Rigo, M., Romano, M., Stikeleather, L., Wynne, J., & Zaina, F. (2021). Current concepts in the conservative treatment of adolescent idiopathic scoliosis. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*.
- Permana, F. R., Supriatna, & Hanief, Y. N. (2023). Pengaruh latihan menendang menggunakan beban ankle weight terhadap peningkatan kecepatan tendangan depan siswa ekstrakurikuler pencak silat di MTsN 4 Blitar. *Journal Sport Science Indonesia*, 2(2), 173–186. <https://doi.org/10.31258/jassi.2.2.173-186>
- Putri, D. A., Hidayat, T., & Siregar, N. (2023). Hubungan postur duduk dengan keluhan muskuloskeletal pada siswa sekolah menengah pertama. *Jurnal Fisioterapi Indonesia*.
- Romano, M., Negrini, S., Donzelli, S., & Zaina, F. (2022). Evidence-based rehabilitation in adolescent idiopathic scoliosis. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*.
- Scoliosis Research Society. (2022). Adolescent idiopathic scoliosis: Clinical practice resources.
- Silva, A. G., Bragança, S., & Carvalho, D. (2022). School ergonomics and musculoskeletal health in adolescents: A cross-sectional study. *BMC Public Health*.
- Singh, V., Kumar, V., Singh, A. K., Rai, N., & Mahapatra, S. (2025). School bag design and weight: A narrative review of their impact on children's posture and musculoskeletal health. *Cureus*, 17(12), e99595. <https://doi.org/10.7759/cureus.99595>
- The Impact of Schoolbags on Postural Health in School-Aged Children: An Updated Systematic Review. (2025). *Biomechanics*, 4(1).
- Wahyuddin, W., Nurhidayah, N., & Sari, R. (2022). Hubungan berat tas sekolah dengan keluhan muskuloskeletal pada siswa sekolah menengah pertama. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Indonesia*.
- World Health Organization. (2023). Global status report on physical activity 2023.
- World Physiotherapy. (2023). World Physiotherapy standards for physiotherapy practice. *World Physiotherapy*
- Yao, M., Wong, M. S., & Cheng, J. C. Y. (2022). Biomechanical effects of backpack loads on spinal alignment in adolescents. *Clinical Biomechanics*.