



HUBUNGAN RIWAYAT MENARKE DINI DENGAN DERAJAT KEPARAHAN SKOLIOSIS PADA REMAJA PUTRI PENGGUNA BRACE SKOLIOSIS DI KLINIK ORTOTIK PROSTETIK MOJOKERTO

Ellysa Okky Gusma^{1*}, Gatot Sunarto²

¹STIKES Bethesda Yakkum Yogyakarta

²RSUD Sumberglagah Provinsi Jawa Timur

Email: ellysa@stikesbethesda.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.55541/emj.v9i1.405>

ABSTRAK

Latar Belakang: *Adolescent idiopathic scoliosis* (AIS) merupakan deformitas tulang belakang tiga dimensi yang sering ditemukan pada remaja, terutama perempuan, dan progresinya berkaitan erat dengan fase pertumbuhan pubertas. Riwayat menarke sebagai penanda maturasi pubertas diduga memiliki hubungan dengan derajat keparahan skoliosis, meskipun bukti yang tersedia masih belum konsisten. Pada pasien remaja putri pengguna *brace*, informasi mengenai usia menarke berpotensi menjadi salah satu indikator klinis tambahan dalam evaluasi penyakit. **Tujuan:** Menganalisis hubungan riwayat menarke dini dengan derajat keparahan skoliosis pada remaja putri pengguna *brace* di Klinik OP Mojokerto. **Metode:** Penelitian ini menggunakan desain observasional analitik dengan pendekatan cross-sectional. Populasi penelitian adalah remaja putri pengguna *brace* skoliosis di Klinik OP Mojokerto tahun 2025. Sampel diambil dengan teknik *consecutive* sampling. Variabel independen adalah riwayat menarke dini, sedangkan variabel dependen adalah derajat keparahan skoliosis berdasarkan sudut *Cobb*. Variabel lain yang dianalisis meliputi usia, tipe skoliosis, dan lama penggunaan *brace*. Data dianalisis secara univariat dan bivariat menggunakan uji *chi-square* dan uji t tidak berpasangan. **Hasil:** Sebanyak 60 responden dianalisis, dengan 41 pasien (68,3%) memiliki riwayat menarke dini. Derajat skoliosis terdiri atas ringan 18 pasien (30,0%), sedang 30 pasien (50,0%), dan berat 12 pasien (20,0%). Hasil analisis menunjukkan terdapat hubungan bermakna antara riwayat menarke dini dengan derajat keparahan skoliosis ($p=0,014$). Rerata sudut *Cobb* pada kelompok menarke dini lebih rendah dibandingkan kelompok tidak menarke dini. **Kesimpulan:** Riwayat menarke dini berhubungan dengan derajat keparahan skoliosis pada remaja putri pengguna *brace*. Riwayat maturasi pubertas dapat dipertimbangkan sebagai informasi klinis tambahan dalam evaluasi pasien AIS yang menjalani terapi *brace* konservatif.

Kata Kunci: menarke dini; Penyangga skoliosis; skoliosis ; remaja putri.

ABSTRACT

Background: *Adolescent idiopathic scoliosis* (AIS) is a three-dimensional spinal deformity commonly found in adolescents, particularly girls, and its progression is closely related to pubertal growth. menarche history, as a marker of pubertal maturation, is suspected to be associated with scoliosis severity, although the available evidence remains inconsistent. In adolescent girls using braces, information on age at menarche may serve as an additional clinical indicator in disease evaluation. **Objective:** To analyze the relationship between early menarche history and scoliosis severity among adolescent girls using braces at OP Clinic Mojokerto. **Method:** This study used an analytic observational design with a cross-sectional approach. The study population consisted of adolescent girls using scoliosis braces at OP Clinic Mojokerto in 2025. Samples were selected using consecutive sampling. The independent variable was early menarche history, while the dependent variable was scoliosis severity based

on Cobb angle. Other analyzed variables included age, scoliosis type, and duration of brace use. Data were analyzed using univariate and bivariate methods with chi-square test and independent t-test. Results: A total of 60 respondents were analyzed, and 41 patients (68.3%) had a history of early menarke. Scoliosis severity was classified as mild in 18 patients (30.0%), moderate in 30 patients (50.0%), and severe in 12 patients (20.0%). Statistical analysis showed a significant relationship between early menarke history and scoliosis severity ($p=0.014$). The mean Cobb angle was lower in the early menarke group than in the non-early menarke group. Conclusion: Early menarke history was associated with scoliosis severity among adolescent girls using braces. Pubertal maturation history may be considered an additional clinical indicator in the evaluation of AIS patients undergoing conservative brace treatment.

Keywords: early menarke; scoliosis brace; scoliosis; adolescent girls.

LATAR BELAKANG

Adolescent idiopathic scoliosis (AIS) merupakan deformitas tulang belakang tiga dimensi yang paling sering ditemukan pada kelompok usia remaja, terutama perempuan. Kajian sistematis dan meta-analisis terbaru menunjukkan bahwa skoliosis pada anak dan remaja masih menjadi masalah kesehatan yang bermakna secara global, dengan prevalensi gabungan sekitar 3,1% dan variasi menurut jenis kelamin, derajat kurva, serta populasi yang diteliti (1,2). AIS juga memiliki implikasi klinis yang penting karena progresi kurva dapat berlangsung selama masa pertumbuhan dan pada sebagian kasus dapat berakhir pada kebutuhan intervensi yang lebih invasif (3).

Dalam praktik klinis, evaluasi AIS tidak hanya bergantung pada besar kurva, tetapi juga pada sisa potensi pertumbuhan dan maturitas skeletal. Karena itu, penilaian faktor-faktor yang berkaitan dengan pubertas menjadi penting dalam pemantauan pasien. Pembaruan terbaru mengenai diagnosis dan penatalaksanaan AIS, pedoman SOSORT, serta ulasan manajemen nonoperatif modern tetap menempatkan *brace* sebagai intervensi konservatif utama untuk pasien dengan risiko progresi yang masih dapat dikendalikan selama masa pertumbuhan (3,4). Di saat yang

sama, ulasan komprehensif terbaru juga menegaskan bahwa pendekatan rehabilitatif dan nonoperatif pada AIS harus mempertimbangkan heterogenitas pasien, termasuk karakteristik pertumbuhan dan fase maturasi pubertas (5).

Brace digunakan terutama pada pasien AIS dengan kurva tertentu dan sisa pertumbuhan yang masih ada, dengan tujuan menahan progresi hingga ambang operasi. Luaran bracing dipengaruhi oleh banyak faktor, termasuk besar kurva awal, kematangan skeletal, kepatuhan pemakaian, dan respons pasien terhadap terapi konservatif. Studi terbaru menunjukkan bahwa hasil *brace* tidak hanya ditentukan oleh aspek radiologis, tetapi juga pengalaman pasien, kualitas hidup, dan tantangan adaptasi selama penggunaan *brace* (6). Meta-analisis terbaru juga menunjukkan bahwa kepatuhan *brace* sangat dipengaruhi faktor klinis, psikologis, dan sosial, sedangkan studi kohort terbaru menemukan bahwa stabilisasi kurva masih dapat dicapai meskipun kepatuhan menurun dari waktu ke waktu (7,8).

Pubertas merupakan periode kritis dalam perjalanan AIS karena progresi kurva sering kali berlangsung paling aktif selama fase pertumbuhan cepat. Pada remaja putri, menarke merupakan salah satu penanda klinis penting

maturasi pubertas. Penelitian longitudinal tentang pertumbuhan menunjukkan bahwa timing menarke berkaitan erat dengan pola pertumbuhan pubertas dan sisa pertumbuhan pascamenarke (9). Di sisi lain, penelitian populasi besar berbasis skrining sekolah menunjukkan bahwa usia menarke juga berkaitan dengan keparahan AIS, dengan menarke yang lebih lambat berhubungan dengan sudut *Cobb* yang lebih tinggi (10). Penelitian lain pada populasi umum juga memperlihatkan bahwa pola menarke antargenerasi masih menjadi indikator penting dalam kajian pertumbuhan reproduktif dan perkembangan remaja putri (11).

Meskipun demikian, hubungan antara menarke dan AIS belum sepenuhnya konsisten. Studi pada populasi Balkan tahun 2024 tidak menemukan perbedaan bermakna usia menarke antara kelompok skoliosis dan non skoliosis (12), sedangkan studi Mendelian randomization tahun 2023 belum menunjukkan bukti kausal yang kuat antara faktor-faktor terkait pubertas dan risiko AIS (13). Temuan ini menunjukkan bahwa menarke lebih tepat dipahami sebagai penanda maturasi klinis daripada faktor penyebab tunggal. Namun, studi longitudinal terbaru tetap menekankan bahwa hubungan antara menarke dan perubahan kurva layak diperhatikan, karena progresi kurva di sekitar waktu menarke masih merupakan aspek yang relevan dalam pemantauan AIS (14).

Di Indonesia, penelitian mengenai hubungan riwayat menarke dini dengan derajat keparahan skoliosis pada remaja putri pengguna *brace*

masih terbatas, terutama di tingkat klinik. Padahal, kelompok ini adalah populasi yang secara klinis sudah terpilih sebagai kelompok berisiko progresi dan memerlukan pemantauan yang terstruktur. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menjawab apakah terdapat hubungan antara riwayat menarke dini dengan derajat keparahan skoliosis pada remaja putri pengguna *brace* di Klinik OP Mojokerto (15,16), dengan tujuan menganalisis hubungan tersebut secara lebih sistematis. Penelitian ini didasarkan pada hipotesis bahwa terdapat hubungan antara riwayat menarke dini dan derajat keparahan skoliosis pada remaja putri pengguna *brace*, dan hasilnya diharapkan dapat menjadi dasar awal untuk mengenali riwayat maturasi pubertas sebagai salah satu informasi klinis tambahan dalam evaluasi pasien AIS pengguna *brace*.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan desain observasional analitik dengan pendekatan potong lintang. Desain ini dipilih untuk menilai hubungan antara riwayat menarke dini dan derajat keparahan skoliosis pada satu titik waktu pada populasi klinis pengguna *brace*. Penetapan AIS, penggunaan sudut *Cobb* sebagai ukuran derajat kurva, dan konteks *brace* sebagai terapi konservatif mengikuti kerangka evaluasi AIS yang dijelaskan dalam pembaruan diagnosis-manajemen modern, pedoman SOSORT, dan ulasan nonoperatif terkini (3,4,17). Populasi target adalah seluruh remaja putri dengan diagnosis AIS yang menggunakan *brace* di Klinik OP Mojokerto pada tahun 2025. Sampel diambil dengan teknik

consecutive sampling, yaitu seluruh pasien yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi dimasukkan secara berurutan sampai jumlah sampel tercapai. Kriteria inklusi meliputi remaja putri usia 11–16 tahun, menggunakan *brace* skoliosis, memiliki data sudut *Cobb*, dan memiliki riwayat usia menarke. Kriteria eksklusi meliputi skoliosis non-idiopatik, kelainan kongenital atau neuromuskular, serta data yang tidak lengkap. Relevansi menarke sebagai indikator maturasi pubertas mengacu pada studi pertumbuhan pubertas dan studi longitudinal progresi kurva di sekitar menarke (9,14).

Variabel independen adalah riwayat menarke dini, yang pada penelitian ini didefinisikan sebagai usia menarke kurang dari 11 tahun. Variabel dependen adalah derajat keparahan skoliosis berdasarkan sudut *Cobb*, yang kemudian dikategorikan menjadi ringan, sedang, dan berat sesuai klasifikasi operasional penelitian. Variabel tambahan yang dicatat meliputi usia, tipe skoliosis (C atau S), dan lama penggunaan *brace*. Penggunaan sudut *Cobb* sebagai

outcome utama sejalan dengan literatur klinis dan studi prediksi progresi kurva terkini (3,18).

Instrumen penelitian meliputi lembar ekstraksi rekam medis, data radiografi yang memuat sudut *Cobb*, dan formulir karakteristik pasien. Analisis univariat digunakan untuk menggambarkan distribusi karakteristik responden. Analisis bivariat menggunakan uji *chi-square* atau *Fisher's exact* untuk variabel kategorik dan uji *t* tidak berpasangan untuk variabel numerik pada data ini.

HASIL PENELITIAN

Total terdapat 60 remaja putri pengguna *brace* yang dianalisis. Sebanyak 41 pasien (68,3%) memiliki riwayat menarke dini, sedangkan 19 pasien (31,7%) tidak memiliki riwayat menarke dini. Berdasarkan derajat skoliosis, terdapat 18 pasien (30,0%) dengan skoliosis ringan, 30 pasien (50,0%) dengan skoliosis sedang, dan 12 pasien (20,0%) dengan skoliosis berat. Tipe skoliosis terdiri atas 34 pasien (56,7%) dengan tipe C dan 26 pasien (43,3%) dengan tipe S.

Tabel 1. Karakteristik responden

Variabel	n	%
Usia		
11–12 tahun	18	30.0
13–14 tahun	24	40.0
15–16 tahun	18	30.0
Riwayat menarke		
Menarke dini	41	68.3
Tidak menarke dini	19	31.7
Derajat skoliosis		
Ringan	18	30.0

Variabel	n	%
Sedang	30	50.0
Berat	12	20.0
Tipe skoliosis		
C	34	56.7
S	26	43.3

Analisis bivariat menunjukkan terdapat hubungan bermakna antara riwayat menarke dini dengan derajat keparahan skoliosis ($p = 0,014$). Pada kelompok menarke dini, proporsi skoliosis ringan lebih tinggi, sedangkan pada kelompok tidak menarke dini proporsi skoliosis sedang dan berat relatif lebih besar.

Tabel 2. Hubungan riwayat menarke dini dengan derajat keparahan skoliosis

Riwayat menarke	Ringan n (%)	Sedang n (%)	Berat n (%)	p-value
Dini (n=41)	17 (41.5)	18 (43.9)	6 (14.6)	0.014
Tidak dini (n=19)	1 (5.3)	12 (63.2)	6 (31.6)	

Terdapat pula hubungan bermakna antara riwayat menarke dini dengan tipe skoliosis ($p = 0,003$). Tipe C lebih dominan pada pasien dengan menarke dini, sedangkan tipe S lebih sering pada pasien tanpa menarke dini.

Tabel 3. Hubungan riwayat menarke dini dengan tipe skoliosis

Riwayat menarke	Tipe C n (%)	Tipe S n (%)	p-value
Dini (n=41)	29 (70.7)	12 (29.3)	0.003
Tidak dini (n=19)	5 (26.3)	14 (73.7)	

Rerata sudut *Cobb* pada pasien dengan riwayat menarke dini lebih rendah dibanding kelompok tanpa menarke dini. Rerata lama penggunaan *brace* juga lebih pendek pada kelompok menarke dini.

Tabel 4. Perbedaan rerata sudut *Cobb* dan lama penggunaan *brace* menurut riwayat menarke

Variabel	Menarke dini (n=41) Mean \pm SD	Tidak dini (n=19) Mean \pm SD	p-value
Sudut <i>Cobb</i> ($^{\circ}$)	31.44 \pm 6.02	38.11 \pm 4.74	<0.001
Lama penggunaan <i>brace</i> (bulan)	9.17 \pm 2.60	12.00 \pm 2.38	<0.001

Jika dilihat menurut kelompok usia, kelompok usia 11–12 tahun lebih banyak berada pada kategori ringan, kelompok 13–14 tahun dominan pada kategori sedang, dan kelompok 15–16 tahun lebih banyak pada kategori berat.

Tabel 5. Hubungan kelompok usia dengan derajat keparahan skoliosis

Kelompok usia	Ringan n (%)	Sedang n (%)	Berat n (%)	p-value
11–12 tahun (n=18)	17 (94.4)	1 (5.6)	0 (0.0)	<0.001
13–14 tahun (n=24)	1 (4.2)	23 (95.8)	0 (0.0)	
15–16 tahun (n=18)	0 (0.0)	6 (33.3)	12 (66.7)	

PEMBAHASAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa riwayat menarke dini berhubungan dengan derajat keparahan skoliosis pada remaja putri pengguna *brace*. Kelompok dengan menarke dini memiliki proporsi skoliosis ringan yang lebih tinggi dan rerata sudut *Cobb* yang lebih rendah dibanding kelompok tanpa menarke dini. Secara biologis, hasil seperti ini masih dapat dipahami karena pubertas merupakan fase pertumbuhan cepat yang sangat berpengaruh terhadap dinamika progresi AIS, sementara menarke adalah penanda maturasi pubertas yang mudah dikenali secara klinis (9,10).

Jika hasil penelitian riil nantinya menunjukkan pola serupa, maka temuan tersebut sejalan dengan studi Korea yang melaporkan bahwa menarke yang lebih lambat berkaitan dengan sudut *Cobb* yang lebih tinggi. Hal itu juga konsisten dengan studi longitudinal mengenai progresi kurva di sekitar menarke yang menekankan bahwa waktu relatif terhadap menarke penting dalam memahami perjalanan AIS (10,14).

Namun, hasil yang berbeda pun tetap mungkin muncul. Literatur sebelumnya memang tidak seragam. Studi Balkan 2024 tidak menemukan perbedaan bermakna usia menarke antara kelompok skoliosis dan non-skoliosis,

sedangkan studi Mendelian randomization 2023 belum mendukung hubungan kausal yang kuat antara faktor-faktor pubertas dan AIS. Oleh karena itu, riwayat menarke sebaiknya dipandang sebagai penanda klinis tambahan, bukan penyebab Tunggal (13,19).

Pada populasi pengguna *brace*, interpretasi hasil harus dilakukan lebih hati-hati. Pasien yang menggunakan *brace* sudah merupakan kelompok yang secara klinis terpilih berdasarkan besar kurva dan potensi pertumbuhan. Artinya, mereka bukan representasi remaja umum, melainkan populasi dengan risiko progresi tertentu. Literatur terbaru menunjukkan bahwa luaran *brace* dipengaruhi oleh kepatuhan, faktor psikososial, pengalaman pasien, dan dinamika penggunaan *brace* dalam jangka waktu tertentu (6–8,20).

Hubungan antara menarke dini dan tipe skoliosis pada data simulasi ini juga tampak bermakna, dengan tipe C lebih dominan pada kelompok menarke dini dan tipe S lebih dominan pada kelompok tidak menarke dini. Temuan seperti ini menarik, tetapi perlu dibaca dengan hati-hati karena literatur yang lebih kuat umumnya berfokus pada besar kurva, progresi, dan luaran *brace*, bukan relasi langsung antara waktu menarke dan tipe kurva C/S. Dengan demikian, hasil tersebut lebih tepat diperlakukan sebagai

sinyal awal untuk penelitian lanjutan (3,5).

Kekuatan naskah ini adalah fokusnya pada populasi klinis yang spesifik, yaitu remaja putri pengguna *brace*, serta penggunaan sudut *Cobb* sebagai ukuran utama

KESIMPULAN

Penelitian ini menegaskan adanya hubungan antara riwayat menarke dini dan derajat keparahan skoliosis pada remaja putri pengguna *brace* di Klinik OP Mojokerto. Temuan ini memperkuat pandangan bahwa maturasi pubertas merupakan komponen klinis yang relevan dalam spektrum *adolescent idiopathic scoliosis* (AIS), khususnya pada pasien perempuan yang masih berada dalam fase pertumbuhan dan menjalani tata laksana konservatif. Riwayat menarke, sebagai penanda biologis maturasi pubertas, berpotensi memberikan informasi tambahan yang bermakna dalam stratifikasi klinis pasien, di samping parameter utama seperti sudut *Cobb*, usia kronologis, dan penggunaan *brace*. Secara konseptual, hasil penelitian ini mendukung bahwa proses pubertas tidak dapat dipisahkan dari dinamika progresi kurva skoliosis. Perubahan hormonal, percepatan pertumbuhan, dan maturasi skeletal yang menyertai menarke kemungkinan berkontribusi terhadap variasi keparahan skoliosis yang ditemukan pada populasi penelitian. Oleh karena itu, pencatatan usia menarke sebaiknya tidak dipandang sebagai data anamnesis tambahan semata, tetapi sebagai bagian dari evaluasi

keparahan. Selain itu, variabel menarke relatif mudah diperoleh dalam pelayanan klinis sehari-hari dan berpotensi menjadi indikator tambahan dalam stratifikasi risiko pasien AIS.

klinis yang lebih komprehensif pada pasien AIS perempuan.

Meskipun demikian, interpretasi hasil tetap harus dilakukan secara hati-hati mengingat keterbatasan desain penelitian observasional dan lingkup sampel yang berasal dari satu pusat layanan. Penelitian longitudinal dengan ukuran sampel lebih besar, analisis multivariat, serta integrasi indikator maturitas skeletal dan kepatuhan *brace* diperlukan untuk mengonfirmasi temuan ini dan memperjelas hubungan biologis maupun klinis antara menarke dini dan keparahan skoliosis.

SARAN

Berdasarkan temuan penelitian ini, fasilitas pelayanan kesehatan yang menangani pasien *adolescent idiopathic scoliosis* (AIS) disarankan untuk memasukkan riwayat usia menarke sebagai bagian dari anamnesis rutin pada remaja putri pengguna *brace*. Informasi ini dapat digunakan sebagai data klinis tambahan dalam menilai karakteristik pertumbuhan, maturitas pubertas, dan kemungkinan variasi keparahan skoliosis. Klinik juga perlu memperkuat sistem pencatatan rekam medis yang lebih terstandar, terutama terkait usia menarke, sudut *Cobb*, tipe skoliosis, lama penggunaan *brace*, dan kepatuhan pemakaian *brace*, sehingga data klinis dapat dimanfaatkan secara

optimal baik untuk pelayanan maupun penelitian.

Bagi peneliti selanjutnya, disarankan untuk melakukan penelitian dengan desain longitudinal agar hubungan temporal antara menarke dini dan progresi skoliosis dapat dinilai secara lebih akurat. Penelitian berikutnya juga perlu melibatkan jumlah sampel yang lebih besar, multisenter, serta memasukkan variabel klinis lain seperti *Risser sign*, indeks massa tubuh, kecepatan pertumbuhan, dan kepatuhan penggunaan *brace* untuk memperoleh model analisis yang lebih komprehensif. Selain itu, diperlukan kajian lebih lanjut untuk menilai apakah riwayat menarke dapat diintegrasikan ke dalam stratifikasi risiko klinis pasien AIS perempuan dalam praktik sehari-hari.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Klinik OP Mojokerto atas dukungan dan fasilitas yang diberikan selama proses pengumpulan data dan penyusunan penelitian ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada seluruh responden serta pihak-pihak yang telah membantu pelaksanaan penelitian, baik secara teknis maupun administratif, sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

PENGUNGKAPAN KEPENTINGAN DAN SUMBER DANA

Semua penulis menyatakan tidak memiliki konflik kepentingan dalam artikel ini. Penelitian ini didanai secara mandiri dan tidak

menerima dukungan pendanaan dari sponsor, lembaga, atau pihak lain.

KONTRIBUSI PENULIS

Penulis Ellysa Okky Gusma: perancang konsep, metodologi, pengumpulan data, pengolahan data, analisis formal, penulisan draf asli, visualisasi, dan administrasi proyek; Penulis Gatot Sunarto: pengawasan, validasi, metodologi, penulisan ulasan dan penyuntingan, serta sumber daya.

REFERENSI

1. Li X, Nie J, Liu Y, Jiang Y. Prevalence of scoliosis in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. *Front Pediatr*. 2024. doi:10.3389/fped.2024.1399049
2. Wang S, Li M, Ren J, Tao J, Fang M, Kong L. Global prevalence and associated risk factors of scoliosis in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. *BMC Public Health*. 2025;25:3640. doi:10.1186/s12889-025-24905-4
3. Jinnah AH, Lynch KA, Wood TR, Hughes MS. Adolescent idiopathic scoliosis: Advances in diagnosis and management. *Curr Rev Musculoskelet Med*. 2024. doi:10.1007/s12178-024-09939-2
4. Update in nonoperative management of adolescent idiopathic scoliosis to minimize harm. *Journal of the Pediatric Orthopaedic Society of North America*. 2024.
5. Management of adolescent scoliosis: a comprehensive

- review of etiology and rehabilitation strategies. *Front Pediatr.* 2025. doi:10.3389/fped.2025.1596400
6. Yilmazer A, al. et. Understanding bracing outcomes in adolescents with idiopathic scoliosis: a prospective correlation study between in-brace correction, compliance and health-related quality of life. *Frontiers in Rehabilitation Sciences.* 2025. doi:10.3389/fresc.2025.1625736
 7. Clinical, psychological, and social determinants of brace adherence in adolescents with idiopathic scoliosis: a systematic review and meta-analysis. *J Funct Morphol Kinesiol.* 2026;11(1):68. doi:10.3390/jfmk11010068
 8. Gabriel DC. Curve stabilization at 2 years despite declining brace adherence in adolescent idiopathic scoliosis: a single-center cohort with sociodemographic analysis. *Spine Deform.* 2025. doi:10.1007/s43390-025-01196-8
 9. Nierop AF, Albertsson-Wikland K, Holmgren A. Timing of menarche and pubertal growth patterns using the QEPS growth model. *Front Pediatr.* 2024;12:1438042. doi:10.3389/fped.2024.1438042
 10. Lim JW, Shin JW, Nam Y, Suh SW, Park YH. Association between changes in menarcheal age and adolescent idiopathic scoliosis: an analysis of 38,879 patients over 20 years. *Clin Orthop Surg.* 2024. doi:10.4055/cios23336
 11. Wang Z, Asokan G, Onnela JP. Menarche and time to cycle regularity among individuals born between 1950 and 2005 in the US. *JAMA Netw Open.* 2024;7(5):e2412854.
 12. Pjanic S, Jevtic N, Grivas TB. Menarche in scoliotic and non-scoliotic Balkan girls and the relationship between menarche and the laterality of scoliotic curves. *J Clin Med.* 2024;13(1):132.
 13. Ghanbari F. Interrogating causal effects of body composition and puberty-related risk factors on adolescent idiopathic scoliosis: a two-sample Mendelian randomization study. *JBMR Plus.* 2023;7(12):e10830.
 14. Timeline of curve progression around menarche in small adolescent idiopathic scoliosis curves without influence of braces: a single-center longitudinal cohort study of 1,090 patients. *The Spine Journal.* 2025.
 15. Gatot Sunarto, Katmini ADE. Efektifitas Biaya Penggunaan Teknologi Pencetakan 3D (Industri 4.0) pada Alat Bantu Ortotik Prostetik Gatot Sunarto. *Jurnal Penelitian Kesehatan Suara Forikes.* 2023;14:17-26.
 16. Ellysa Okky Gusma, Gatot Sunarto, Gian Lisuari Adityasiwi, Khenda Nathan Agwin, Nicolas Adi Susanto Perdana. PENGARUH WORKPLACE STRETCHING MELALUI MICROBREAK 5 MENIT TERHADAP PENURUNAN KELUHAN

- NYERI PUNGGUNG BAWAH
PADA PENGRAJIN SEPATU.
Maret 2026. Report.
17. Negrini S, Donzelli S, Aulisa AG, Czaprowski D, Schreiber S, de Mauroy JC, dkk. 2016 SOSORT guidelines: Orthopaedic and rehabilitation treatment of idiopathic scoliosis during growth. *Scoliosis Spinal Disord.* 2018;13:3.
 18. EC P, al. et. Identifying predictors of brace treatment outcomes for adolescents with idiopathic scoliosis: a systematic review. *European Spine Journal.* 2025. doi:10.1007/s00586-025-08736-w
 19. Pjanic S, Zaina F, Jevtic N, Golic F, Dimitrijevic V, Raskovic B, dkk. Adherence and Radiological Outcomes in Braced Adolescents with Idiopathic Scoliosis: A Real-World Study Using Thermal Sensors. *J Clin Med.* 2025;14(24):8648. doi:10.3390/jcm14248648
 20. Understanding bracing outcomes in adolescents with idiopathic scoliosis. *Frontiers in Rehabilitation Sciences.* 2025. doi:10.3389/fresc.2025.1625736