

---

# Udredning og behandling af adolescent idiopatisk skoliose

---

MÅNEDENS NORDISKE ARTIKKEL

MIKKEL Ø. ANDERSEN

KARSTEN THOMSEN

Email: karsten.thomsen@ouh.dk  
Ortopædkirurgisk afdeling O  
Odense Universitetshospital  
DK-5000 Odense

---

Artikkelen er tidligere publiceret i Ugeskrift for Læger 2000; 162: 3573 – 77

---

Skoliose defineres som en lateral deviation af hvirvellegemerne i frontalplanet og er enten funktionelt eller strukturelt betinget.

Den funktionelle skoliose består typisk af en C-formet kurve lokaliseret torakolumbalt eller lumbalt, og deformiteten er blød, korrigerbar og forsvinder i siddende eller liggende stilling. Hvirvellegemerne er normale og ikke roterede. Prævalensen hos børn er ca. 6 % (1). Årsagen er hyppigst skæv bækkenstand sekundært til en reel eller funktionel benlængdeasymmetri.

Den strukturelle skoliose er langt mere kompleks. Den alment accepterede klassifikation på basis af *Scoliosis Research Society's* rekommandationer fremgår af (tab 1).

Denne artikel omhandler adolescent idiopatisk skoliose (AIS), som udgør den største del af de idiopatiske skliosier. Patienterne er sædvanligvis fuldstændig raske med en normal columna ved fødslen. I løbet af præpuberteten debuterer skoliosen, og den kan i pubertetsårene progrediere op til 15 grader årligt således, at skoliosen ved vækstens ophør kan blive op mod 100 grader. Progressionshastigheden aftager ved vækstens ophør og kurver hos den

udvoksede patient på under 30 grader progredierer ikke. Torakale kurver mellem 50 og 75 grader tiltager i gennemsnit med ca. en grad årligt og tilsvarende lumbale kurver med ca. en halv grad årligt (2, 3).

Konfigurationen af deformiteten er varierende med en C- eller S-formet, rigid primærkurve, hvor hvirvellegemerne og disci er kileformede og roterer, så den forreste del af corpus drejer mod kurvens konvekse side. Disse forandringer er mest udtalte for den hvirvel, der devierer mest fra midtlinjen – kurvens apex. Sædvanligvis kompenseres primærkurven af en blød, korrigerbar sekundærkurve, således at ryggen som helhed er i balance. Prævalens for kurver over 19 grader (Cobbs målemetode) er i Skandinavien 1,1 % for piger og 0,1 % for drenge (1).

Ætiologien til adolescent idiopatisk skoliose er fortsat ukendt.

Der findes en arvelig komponent, men den eksakte arvegang er fortsat omdiskuteret. *Cowell et al* (4) mener, at arvegangen er autosomal dominant med nedsat penetrans, mens *Wynn-Davies* (5) antager, at det er en polygenetisk lidelse. Hun har fundet idiopatisk adolescent skoliose hos 7 % førstegradsslægtninge, 3,7 % andengradsslægtninge og 1,5 % tredjegrads-slægtninge.

Hormonforstyrrelser har ligeledes været diskuteret som ætiologisk faktor, dels på baggrund af den ulige kønsfordeling, dels fordi piger med AIS har øget væksthastighed før menarche end piger uden skoliose (6). Der er ligeledes fundet et højere niveau af væksthormon og testosteron hos 9 – 12-årige piger med idiopatisk skoliose (7).

Neurologisk dysfunktion på forskelligt niveau har været nævnt som primær patogenese. *Pincott* (8) har ved kadaverundersøgelser af skoliosepatienter påvist degeneration af de sensoriske ganglier i radix dorsalis, mest udtalte på skoliosens konvekse side. To grupper har i dyreeksperimentelle modeller fremkaldt strukturel skoliose efter resektion af sensoriske torakale nerverødder (9, 10). En teori om en central neurogen genese er fremsat af *Sahlstrand* (11), der har påvist asymmetri af den vestibulospinale refleks og af den vestibulære respons ved kalorisk stimulation af organum vestibulare. Patienter med højrekonveks kurve har således øget sensibilitet af højre labyrint og tendens til mindre trunkal stabilitet mod højre. Central neurotransmitter-ubalance er foreslået på baggrund af forskningsforsøg med pinealektomerede kyllinger. Disse kyllinger udviklede skoliose, medmindre de efterfølgende behandlede med melatonin (12).

Vækstforstyrrelse i henholdsvis costae og vertebrae har ligeledes været overvejet som primær patogenese. *Sevastik et al* (13) har fremsat den hypotese, at den primære defekt ved den torakale skoliose skyldes asymmetrisk vækst af costae. Dyreeksperimentelt har man således kunnet fremstille strukturel skoliose ved forlængelsesosteotomier på costae. Endelig har man dyreeksperimentelt fremkaldt skoliose på immature kaniner ved at lordosere columna i en gips. Dette støtter *Dicksons* teori om, at den primære defekt er en lordosering i torakalcolumna. Han har ved røntgenundersøgelser af kurvens apex hos patienter med AIS påvist, at den normale torakale kyfose er omdannet til en lordose (14).

De vigtigste prognostiske faktorer for den enkelte kurves tendens til progression er patientens knoglealder, tidspunktet for menarchens indtræden samt kurvens størrelse og radiologiske konfiguration.

**Tabell 1**

Strukturel skoliose

|                                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------|
| Klassifikation modificeret efter <i>Scoliosis Research Society's</i> rekommandationer. |
| 1. Idiopatisk                                                                          |
| A. Infantil (<3 år)                                                                    |
| B. Juvenil (3 – 10 år)                                                                 |
| C. Adolescent (>10 år)                                                                 |
| 2. Neuromuskulær                                                                       |
| A. Neuropatisk                                                                         |
| 1. Neuron                                                                              |
| a. Cerebral pares                                                                      |
| b. Siringomyelia                                                                       |
| c. Spinalt traume/tumor                                                                |
| 2. Neuron                                                                              |
| a. Poliomyelitis                                                                       |
| b. Spinal muskelatrofi                                                                 |
| B. Myopatisk                                                                           |
| 1. Arthrogryposis                                                                      |
| 2. Muskeldystrofi                                                                      |
| 3. Andre                                                                               |
| 3. Kongenit                                                                            |
| A. Hemivertebrae                                                                       |
| B. Brodannelse ( <i>unsegmented bar</i> )                                              |
| C. Blandede                                                                            |
| 4. Neurofibromatose                                                                    |
| 5. Mesenkymale sygdomme                                                                |
| A. Marfans syndrom                                                                     |
| B. Andre                                                                               |

|                               |
|-------------------------------|
| 6. Reumatiske sygdomme        |
| 7. Traume                     |
| A. Fraktur                    |
| B. Kirurgisk                  |
| 8. Ekstraspinale kontrakturer |
| 9. Osteokondrodystrofier      |
| A. Akondroplasi               |
| B. Andre                      |
| 10. Knogleinfektioner         |
| 11. Metabolske sygdomme       |
| A. Osteogenesis imperfecta    |
| B. Andre                      |

## Udredning

Idiopatisk skoliose med lille kurvedeformitet er asymptomatisk og opdages oftest tilfældigt som en asymmetri af columna og thorax, der accentueres ved foroverbøjning (fig 1). Dette udnyttes ved screening, hvor man med et skoliometer kan måle torsionen. Ved en inklinationsvinkel på mere end 7 grader bør der foretages røntgenundersøgelse.

Ved første kontakt er det vigtigt med en grundig anamnese og klinisk undersøgelse, da skoliose kan være et symptom på en underliggende sygdom. Kendte årsager til skoliose skal således udelukkes.

Ved den kliniske undersøgelse af columna bemærkes udstrækningen og konfiguration af kurven, graden af overføring af kroppen bort fra bækkenets midte, skulder- og bækkenubalance, samt asymmetri af flankevinkler. Potentielt kan idiopatisk skoliose medføre betydelig kosmetisk påvirkning af truncus, som bliver forkortet med torsionsprominens, flanke- og mammae-asymmetri samt skæv skulderstand. Huden over columna undersøges for lipomer, epidermoider og behårede naevi, da de kan dække over diastematomyelia samt okkult spina bifida. Ligeledes undersøges for *café au lait*-pletter, der ses ved neurofibromatose.

Det er endvidere vigtigt med en grundig neurologisk undersøgelse for at udelukke neuromuskulær patogenese. Ved mistanke om neurogen patogenese og ved atypiske kurvekonfigurationer bør der foretages MR-scanning af columna.

Den endelige vurdering af en skoliose foregår ved en radiologisk undersøgelse af columna. Man kan således bestemme kurvens sværhedsgrad og type samt udelukke kongenitte (halvhvirvel, blokhvirvel, barredannelse) og erhvervede (infektion, fraktursequelae) årsager.

Kurvens størrelse udmåles a.m. Cobb på stående posterior-anterior projektion på lange røntgenfilm. Ved Cobbs metode måles vinklen mellem en linje på overkanten af den hvirvel, der afslutter kurven proksimalt og en linje trukket på underkanten af den hvirvel, der afslutter kurven distalt. Cobbs metode afspejler kun skoliosen i frontalplanet og tager således ikke hensyn til rotationen samt de ændrede kyfose/lordose-vinkler. I sagittalplanet ses typisk øget lændelordose samt delvis udslettet torakalkyfose.

Ved torakale kurver ses nedsat pulmonal vitalkapacitet ved en Cobbvinkel over 25 grader. Denne er afhængig af kurvens størrelse, rotationen af apexhvirvlen og graden af lordose torakalt. I modsætning til infantil og juvenil skoliose er der ikke påvist nedsat livslængde hos patienter med idiopatisk adolescent skoliose.



Figur 1 Patient med skoliose, hvor torsionsprominensen accentueres ved foroverbøjning

---

## Behandling

Behandling med dokumenteret effekt af idiopatisk adolescent skoliose er korset eller operation. Behandlingens mål er at standse progressionen, om muligt korrigere deformiteten samt opretholde en balanceret columna.

Da mange kurver ikke progredierer, er det vigtigt, før man instituerer behandling, at påvise progression eller bedømme risikoen for denne. Progressionsrisikoen er størst ved vækstspurten, som for pigers vedkommende ligger lige før menarche. Columnas vækst ophører halvdelen til to år efter menarche, hvorefter progressionsrisikoen er meget ringe, medmindre kurven er over 50 grader (3).

Der har gennem tiden været prøvet flere forskellige behandlingsmetoder, såsom strækbehandling, gymnastik/styrketræning, fysioterapi, el-stimulation, forskellige former for ortosebehandling samt operation.

Der findes enkelte arbejder, der har beskrevet effekt af gymnastik/styrketræning eller fysioterapi, men den generelle holdning er, at det ikke er muligt ved fysisk træning at påvirke det spontane forløb af AIS.

Gennem 1970'erne og i begyndelsen af 1980'erne blev der publiceret flere arbejder, hvor man kunne påvise en effekt af el-stimulation – *lateral electrical surface stimulation* (LESS) – hvor behandlingsresultaterne var sammenlignelige med de resultater, der kunne opnås ved ortosebehandling. Siden er der publiceret flere arbejder, hvor man ikke har kunnet reproducere de første gode resultater ved LESS-behandling.

I 1995 publicerede *Peterson & Nachemson* (15) resultaterne af en prospektiv multicenterundersøgelse, hvor de fandt, at kurveudviklingen ved LESS-behandling var identiske med kurveudviklingen hos den gruppe patienter, der ikke modtog nogen behandling. *Rowe et al* publicerede i 1997 (16) en metaanalyse, der inkluderede 1.910 patienter, af effekten af ikke-operativ behandling af AIS. Som *Petersen & Nachemson* fandt de en ikke-signifikant forskel mellem de patienter, der modtog LESS-behandling, og de patienter, der ikke fik nogen behandling.

---

## Ortosebehandling

Ortosebehandling af skoliose har været beskrevet længe før vort århundrede, hvor man primært forsøgte at korrigere kurven ved longitudinal traktion. Omkring århundredskiftet kunne man med et gipskorset kombinere traktionen med et transversalt tryk på torsionsprominensen, men det var først med introduktionen af *Blounts* modulære Milwaukeekorset i 1946, at korsetbehandling blev udbredt. Milwaukeekorsettet er en cerviko-torako-lumbo-sakral ortose (CTL SO), hvor man kan applicere traktion på columna mellem en cervikalring og en bækkenring samt med slynger påvirke torsionsprominensen.

I 1971 introducerede *Hall* den torako-lumbo-sacrale ortose (TLSO) – Bostonkorsettet. Det består af en kunststofcylinder, der nedadtil griber om bækkenet (fig 2). Korrektionen af kurven sker dels ved indlæg (pelotter), der trykker på kurvens torsionsprominens, dels ved en kyfosing af lænden via en abdominalpelotte. Fordelen ved Bostonkorsettet er, at det lettere tolereres af patienterne, da der ikke er en cervikalring. Ulempen er, at man ikke kan påvirke kurver med apex over ca. Th. 8.

Indikationsområdet for korsetbehandling af AIS er snævert, nemlig kurver mellem 20 og 45 grader udmålt ved Cobbs metode, hvor der hos patienten er et restvækstpotentiale. Det vil i praksis for pigerne sige inden for to år efter menarche. Ved en kurve under 30 grader skal der påvises progression inden behandlingsstart. For kurver over 30 grader påbegyndes behandling umiddelbart.

Resultaterne af korsetbehandling har været meget omdiskuteret. Yderpunkterne går fra, at korsetbehandling ikke kan påvirke det spontane forløb af AIS, til at det stort set er muligt at undgå operation ved optimal korsetterning. Der er forskel på, hvordan de forskellige kurve-konfigurationer responderer på korsetbehandling. Korrektionerne er bedst på fleksible kurver, hvor apex ligger nær den torakolumbale overgang. *Peterson & Nachemson* (15) har i en prospektiv undersøgelse af patienter med en torakal eller torakolumbal kurve mellem 25 og 35 grader foretaget en overlevelsesanalyse, hvor de finder succesrater ved korsetterning på 74 procent mod henholdsvis 34 og 33 procent ved observation eller LESS-behandling. Succesraten for korsetterning af dobbeltkurver er noget ringere. Behandlingsregimenet har ligeledes indflydelse på resultatet. *Rowe et al* (16) fandt signifikant bedre resultater ved 23 timers daglig brug af korsettet mod deltidsregimina.

Korsetbehandling er ikke omkostningsfri for patienterne. Flere har fundet, at mange af patienterne har sociale eller psykologiske problemer under korsetbehandlingen.

På vores afdeling påbegyndes korsetbehandling efter ovenstående generelle retningslinjer. Tilvænning til korsettet foregår under en fem dages indlæggelse på børneafdelingen. Der tilstræbes en bæretid på 23 timer i døgnet, og patienterne følges ved ambulant kontrol med 4 – 6 måneders interval. Behandlingen opretholdes til to år efter menarche for pigernes vedkommende, og herefter udtrappes patienterne af korsettet. Patienterne gives således en tidshorisont ved behandlingens indledning med det formål at holde en høj kompliance.

---

## Operativ behandling

Operativ spondylodese – stivgøring af et rygaftsnit – er eneste behandlingsmulighed for kurver over 45 grader med fortsat progression. Ved disse operationer er der flere principielt forskellige metoder, nemlig posterior eller anterior spondylodese samt kombinationer heraf. Ved den anteriore

spondylodese tilstræbes fusion mellem hvirvellegemerne, hvor imod man ved den bagre dese tilstræber fusion mellem lamina, facetled og processus spinosi og transversi.

Den første beskrevne spondylodese for progressiv spinal deformitet blev udført af *Hibbs* i 1911 på en patient med se quelae efter en tuberkuløs spondylit. Frem til midten af 1950'erne foretog man uinstrumenteret spondylodese af skoliosedeformiteter. Gennem en bagre adgang opmejslede man facetledene, dekortikerede lamina og processus spinosi samt optransplanterede med knogle høstet fra crista iliaca. Patienterne blev postoperativt behandlet med gipskorset i mellem seks og 12 måneder.

I 1962 publicerede *Harrington* (17) en serie, hvor han benyttede en distraktionsstav, og denne operation var den gyldne standard helt frem til slutningen af 1980'erne. Ved denne teknik placeredes kroge i lamina i henholdsvis den øvre og nedre begrænsning af skoliosen, og der blev foretaget distraktion af den konkave side af kurven. Teknikken blev senere forfinet med en kompressionsbarre ved kurvens apex på den konvekse side. Det store fremskridt med Harringtonstaven var en dramatisk forbedring af opretningen af kurverne samt reduceret pseudoartroserisiko. Et af problemerne med Harringtonstaven var den manglende styrke i systemet, hvorfor patienterne havde behov for korsetbehandling i mellem seks og 12 måneder efter operationen. Ydermere korrigeredes kurven kun i frontalplanet. I sagittalplanet udrettedes patienternes normale kurver, og især i de lange spondylodesser kunne patienterne udvikle *flat back syndrom* med kroniske smerter.

I 1988 introducerede *Cotrel & Dubousset* CD-instrumentation (18), der er et tostavssystem med flere fiksationspunkter til columna med enten kroge eller pedikelskruer (fig 3). Efter individuel, præoperativ planlægning sker korrektionen af kurven ved såkaldt derotation, hvor man transformerer skoliosen i frontalplanet til en kurve i sagittalplanet, således at den naturlige torakalkyfose og lændelordose genskabes. Gevinsterne ved dette system er, at man undgår den postoperative korsetterning samt nedsætter risikoen for udvikling af *flat back syndrome*.

Anteriore systemer til spondylodese blev først introduceret af *Dwyer* i 1969 (19). Her vælges en forreste transtorakal eller retroperitoneal adgang til columna. Discusrummet udrømmes og optransplanteres med knoglechips. Der indsættes skruer i hvirvellegemerne, der forbindes med en til to stave eller kabler.

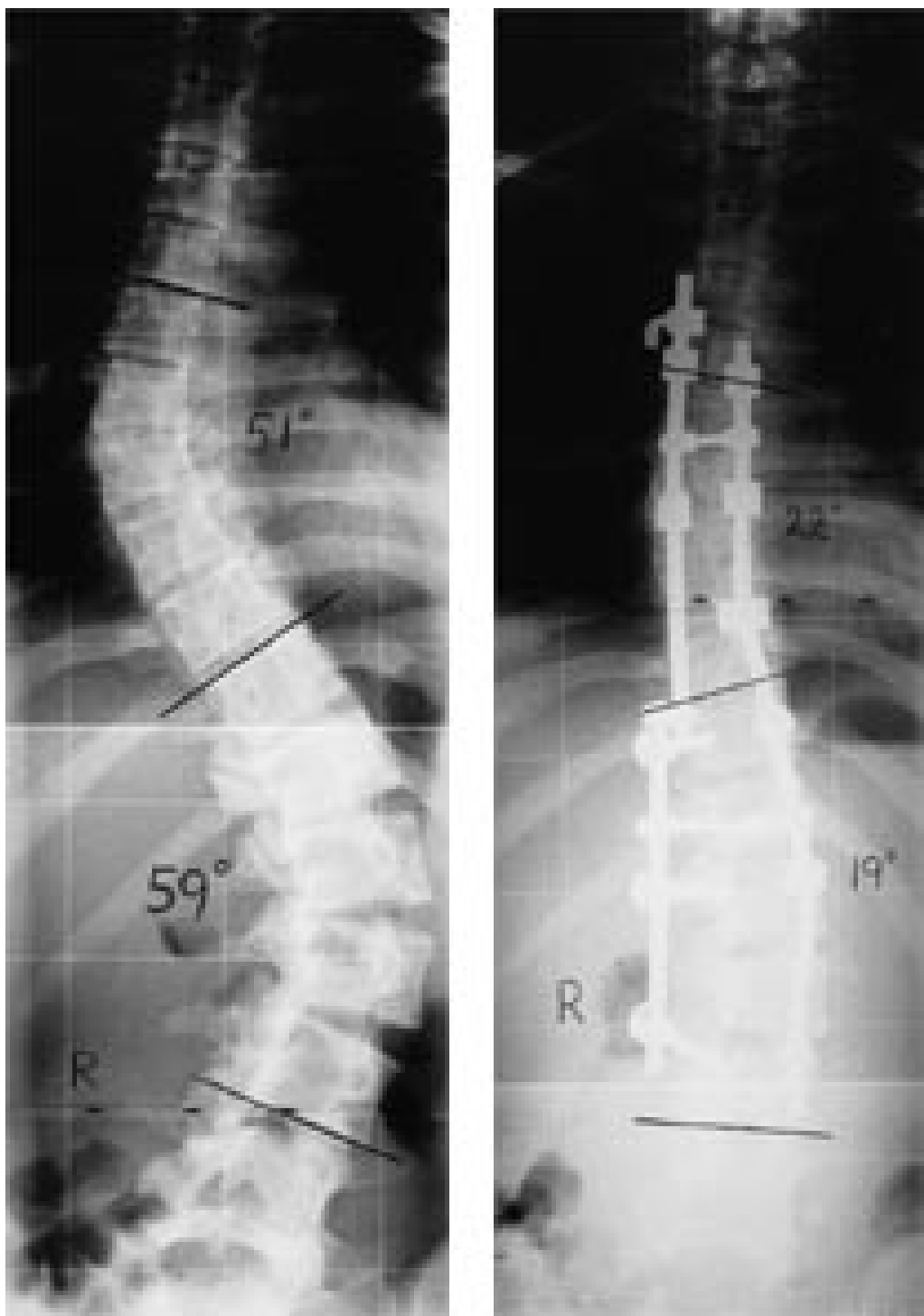
Der findes i dag en lang række implantatsystemer til henholdsvis anterior og posterior kirurgi udviklet over de samme grundprincipper.

Resultaterne af den moderne, avancerede skoliosekirurgi er gode korrektioner i alle tre dimensioner; ofte reduceres deformiteten med mere end 70 procent i frontalplanet. Patienter opereret med Harringtonteknik er generelt velfungerende i undersøgelser med op til 20 års *followup* og tilfredse med det kosmetiske resultat. Mindre neurologiske komplikationer forekommer hos omkring en procent af patienterne, hvorimod total paraplegi er en sjælden komplikation.

Vi tilbyder patienter behandling efter følgende generelle retningslinjer:  
Spondylodese ved kurver med en Cobbvinkel over 45 grader hos den endnu ikke udvoksede patient og over 50 – 60 grader hos den mature patient. Hos de unge patienter eller patienter med fleksible kurver vælges posterior kirurgi. Hos ældre eller hos patienter med rigide kurver vælges en tottrinsprocedure, hvor der først udføres en forreste løsning og herefter en posterior spondylodese. Peroperativt anvendes *cellsaver* for at begrænse behovet for blodtransfusion, og SEP( *somatosensory evoked potentials* )- og MEP ( *motor evoked potentials* )-overvågning af nervefunktionen. Postoperativt bliver patienterne mobiliseret uden korset.



Figur 2 Bostonkorset



Figur 3 Røntgen af skoliose før og efter operation med moderne tostavsteknik

## Visioner og perspektiver

Visionen på længere sigt for behandling af adolescent idiopatisk skoliose er, at man finder den neurologiske, vaskulære eller genetiske defekt, der ligger til grund for sygdommen, så kausal behandling kan sættes ind og patienterne skånes for en langvarig korsetbehandling eller operation.

På baggrund af *Peterson & Nachemsons* arbejde, hvor det er vist, at korsetbehandling kan ændre spontanforløbet (*the natural course*) af kurvernes spontane forløb, bør især piger i 11 – 12-års-alderen screenes systematisk, så

man kan påbegynde behandling, medens kurverne ligger i det relativt snævre område, hvor korsetbehandling har dokumenteret effekt. Man kunne forestille sig, at de praktiserende læger i forbindelse med MFR-vaccinering af de 12-årige foretog en vurdering af torsionsprominensen ved tangentiel inspektion på den foroverbøjede patient (*forward bending test*).

Der mangler forskning, så man med større sikkerhed kan differentiere mellem benigne – ikke progredierende – og maligne kurver, så vi kan undgå unødvendig korsetbehandling.

For at nedsætte patienternes strålebelastning er der inden for de sidste år udviklet risikofri overflade-scannings-metoder til at følge kurvernes progression. Problemet med overflade-scanning er den manglende korrelation til radiologiske målinger. Det er et problem, der forhåbentlig snart løses.

For de progredierende kurver er den operative tostavsteknik veletableret med gode resultater. Visionen ved operativ behandling må bl.a. være mindre traumatiserende indgreb. Der er de seneste år beskrevet skolioseoperationer med anvendelse af minimal invasiv, herunder endoskopisk, teknik, men indikationerne herfor er for såvel denne type patienter som ved ryggkirurgi i øvrigt endnu ikke afgrænset.

Idiopatisk skoliose er en klassisk ortopædkirurgisk lidelse og, som det fremgår af ovenstående, stadig med store udfordringer såvel forsknings- som behandlingsmæssigt.

---

## LITTERATUR

1. Willner S, Uden A. A prospective prevalence study of scoliosis in southern Sweden. *Acta Orthop Scand* 1982; 53: 233 – 7.
2. Lonstein JE, Carlson JM. The prediction of curve progression in untreated idiopathic scoliosis during growth. *J Bone Joint Surg* 1984; 66: A1061 – 71.
3. Weinstein SL, Zavala DC, Ponseti IV. Idiopathic scoliosis. Long-term follow-up and prognosis in untreated patients. *J Bone Joint Surg* 1981; 63: A702 – 12.
4. Cowell HR, Hall JN, McEwen GD. Genetic aspects of idiopathic scoliosis. *Clin Orthop* 1972; 86: 121 – 31.
5. Wynn-Davies R. Familial (idiopathic) scoliosis: a family survey. *J Bone Joint Surg* 1968; 50: B24 – 30.
6. Willner S. A study of height, weight and menarche in girls with idiopathic structural scoliosis. *Acta Orthop Scand* 1975; 46: 71 – 83.
7. Skogland LB, Miller JAA. Growth related hormones in idiopathic scoliosis. An endocrine basis for accelerated growth. *Acta Orthop Scand* 1980; 51: 779 – 80.
8. Pincott JR. Observations on the afferent nervous system in idiopathic scoliosis. I: Zorab PA, ed. *Scoliosis*. London: Academic Press, 1980: 45 – 59.

9. Pincott JR, Davies JS, Taffs LF. Scoliosis caused by section of dorsal spinal nerve roots. *J Bone Joint Surg* 1984; 66: B27 – 9.
  10. MacEwen GD. Experimental scoliosis. *Clin Orthop* 1973; 93: 69 – 74.
  11. Sahlstrand T. An analysis of lateral predominance in adolescent idiopathic scoliosis with special reference to convexity of the curve. *Spine* 1980; 5: 512 – 8.
  12. Machida M, Dubousset J, Imamura Y, Iwaya T, Yamada T, Kimura J. Role of melatonin deficiency in the development of scoliosis in pinealectomised chickens. *J Bone Joint Surg Br* 1995; 77: 134 – 8.
  13. Sevastik JA, Aaro S, Normelli H. Scoliosis. Experimental and clinical studies. *Clin Orthop* 1984; 27 – 34.
  14. Dickson RA. The aetiology of spinal deformities. *Lancet* 1988; 1: 1151 – 5.
  15. Peterson LE, Nachemson AL. Prediction of progression of the curve in girls who have adolescent idiopathic scoliosis of moderate severity. Logistic regression analysis based on data from The Brace Study of the Scoliosis Research Society. *J Bone Joint Surg Am* 1995; 77: 823 – 7.
  16. Rowe DE, Bernstein SM, Riddick MF, Adler F, Emans JB, Gardner-Bonneau D. A meta-analysis of the efficacy of non-operative treatments for idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Am* 1997; 79: 664 – 74.
  17. Harrington PR. Treatment of scoliosis: correction and internal fixation by spine instrumentation. *J Bone Joint Surg Am* 1962; 44: 591 – 610.
  18. Cotrel Y, Dubousset J, Guillaumay M. New universal instrumentation in spinal surgery. *Clin Orthop* 1988; 10: 227.
  19. Dwyer AF, Newton NC, Sherwood AA. An anterior approach to scoliosis. A preliminary report. *Clin Orthop* 1969; 62: 192.
- 

Publisert: 10. september 2000. Tidsskr Nor Legeforen.

© Tidsskrift for Den norske legeforening 2026. Lastet ned fra tidsskriftet.no 14. februar 2026.