



**Universitatea de Medicină și Farmacie
“Carol Davila”
București**

**Scolioze congenitale
Diagnostic și variante de tratament
prin rezecția hemivertebrei și fuziunea segmentală**

REZUMATUL TEZEI DE DOCTORAT

**Coordonator științific
Prof. Univ. Dr. Gheorghe Popescu**

**Doctorand
Dr. Raluca Alexandra Tutunaru**

**BUCUREȘTI
2018**

Cuprinsul tezei de doctorat

Introducere

Partea generală

1. Generalități

- 1.1. Anatomia și embriologia rahisului
- 1.2. Creșterea colonei vertebrale
- 1.3. Etiologia scoliozei congenitale
- 1.4. Diagnosticul scoliozelor congenitale
 - 1.4.1. Diagnostic prenatal
 - 1.4.2. Tabloul clinic
 - 1.4.3. Imagistică
- 1.5. Clasificarea scoliozelor congenitale
- 1.6. Anomalii asociate
- 1.7. Sindromul de insuficiență toracică

2. Tratamentul scoliozelor congenitale

- 2.1. Tratamentul conservator
- 2.2. Tratamentul chirurgical
- 2.3. Complicații

Partea specială

3. Contribuție personală

- 3.1. Ipoteză de lucru și obiective generale
- 3.2. Metodologia generală a cercetării
- 3.3. Rezultate
 - 3.3.1. Ipoteză de lucru și obiective specifice
 - 3.3.2. Statistica descriptivă a lotului general

3.4. Discuții

.....3.5. Concluzii și contribuții personale

Bibliografie

Problema fundamentală

Scoliozele congenitale reprezintă o patologie puțin dezbătută în lucrările de specialitate publicate în România. Un studiu preliminar privind natalitatea din țara noastră din ultimii ani, arată că rata este de aproximativ 200 000 nou născuți/an.

Incidența scoliozelor congenitale la noi în țară nu este cunoscută cu exactitate; însă, raportând la incidența de 0,5-1/1000 de nou născuți, descrisă în literatura de specialitate [1], rezultă un număr de aproximativ 150 de nou născuți anual cu această malformație. Acest număr nu se regăsește în registrele cabinetelor medicale de specialitate, fapt tradus prin existența unei subdiagnosticări și a unei diagnosticări tardive a acestei patologii. Astfel rata de apariție a complicațiilor este mai mare prin progresia bolii și necesitatea efectuării unei intervenții de altă amploare la momentul diagnosticării.

În absența efectuării unui tratament de specialitate, evoluția scoliozelor congenitale este o certitudine și rata de apariție a complicațiilor ce pot duce inclusiv la deces este crescută. Riscul de apariție al sindromului de insuficiență toracică, este foarte mare, mai ales în cazul scoliozelor congenitale complexe, și crește proportional cu evoluția naturală a acestei patologii.

Asa cum este bine știut, copilul nu este un adult în miniatură, de aceea nici coloana acestuia nu poate fi tratată în această manieră. Dezvoltarea coloanei vertebrale este esențială în creșterea copilului. Aceasta se află într-o continuă creștere, asigurând nu doar înălțimea copilului dar și o dezvoltare normală și o protecție a structurilor neurologice, deoarece conține măduva spinării. Faptul că toracele este considerat o a patra dimensiune a coloanei vertebrale ne arată importanța interrelației dintre creșterea coloanei și dezvoltarea toracelui, și implicit, dezvoltarea pulmonară [2]. Astfel, patologiiile malformative vertebrale nu pot fi privite independent, ci în perspectivă, urmărind necesitățile unui copil aflat în plin proces de creștere.

Tratamentul conservator, cu toate că și-a dovedit utilitatea în tratamentul scoliozelor idiopatice, nu poate preveni evoluția unei scolioze congenitale. Utilizarea sa poate fi încercată pentru a temporiza o intervenție chirurgicală [3], în cazul unui copil foarte mic, însă, trebuie ținut cont de eventualul fenomen constrictiv ce poate fi adus suplimentar, și care poate deteriora o funcție pulmonară oricum afectată de scolioza congenitală [4].

Încă din 1960, când Harrington a introdus pentru prima oară implantul spinal adaptat tratamentului chirurgical al scoliozei cu debut precoce, variantele de tratament chirurgical în ceea ce privește scolioza au fost într-o continuă progresie, menită adaptării în funcție de

necesitățile pacienților.

Vechea ideologie în care scopul intervențiilor era obținerea unei coloane rigide, însă drepte, s-a dovedit a fi o eroare terapeutică de abordare a scoliozelor cu debut precoce, în particular în cazul scoliozelor congenitale. Pacienții, tratați astfel, s-au confruntat cu numeroasele complicații ce au decurs în urma fuzionării unei coloane imature, ce fie nu a mai permis dezvoltarea normală a pacientului, cu repercusiunile aferente asupra funcției pulmonare și scăderea semnificativă, a calității vieții, fie au apărut fenomene de crankshaft (creșterea elementelor anterioare în timp ce elementele posterioare sunt fuzate duc la apariția unei deformări suplimentare de tipul “arborelui cotit”) ce au dus la progresia diformității; pacienții au prezentat în ambele variante o speranță de viață mult diminuată.

Numeroase variante de tratament au fost propuse și utilizate pe parcursul anilor și experiența acumulată din acestea, a dus la necesitatea introducerii unei alte forme de tratament care să evite complicațiile apărute asupra creșterii și dezvoltării copilului dar care să asigure o corecție și eventual să oprească evoluția naturală a scoliozelor congenitale [5].

Hemiepifiziodeza convexă și fuziunea in situ [6], [7] au fost primele variante terapeutice ce s-au dovedit că pot ameliora evoluția pacienților cu scolize congenitale simple, prin hemivertebă sau prin bară nesegmentată unilaterală, însă evoluția după aceste intervenții este imprezvizibilă, apărând fie corecții parțiale, fie fenomene de tip crankshaft sau chiar progresia curbării sub implant [8].

Varianta de tratament de la ora actuală, urmărește obținerea unei corecții cât mai bune a curbării scoliotice permițând în același timp o creștere normală, prin obținerea unei fuziuni cât mai limitate, evitând astfel apariția complicațiilor, îndeosebi a sindromului de insuficiență toracică.

Odată cu stabilirea eficienței rezecției hemivertebrei în tratarea scoliozelor congenitale prin acest tip de defect de formare, discuțiile s-au axat pe tipul de abord utilizat: anterior, posterior sau dublu.

O mare perioadă de timp s-a considerat că doar abordul dublu, anterior și posterior, asigură o fuziune completă a segmentului format din vertebra supra- și subiacentă hemivertebrei, evitându-se astfel apariția fenomenului de crankshaft [9].

Complicațiile ce au decurs în urma acestui abord, de exemplu timpul prelungit al intervenției, cu riscul crescut de sângerare, de infectare și de lezare a vaselor aflate ventral de vertebra ce poate duce la paraplegii, au dus la reanaliza abordului unic posterior.

Ruf și Harms [10] au descris pentru prima oară, în 2002, o tehnică de rezecție a hemivertebrei urmată de fuziunea segmentală spinală scurtă, a vertebrei supra și subiacente

hemivertebrei, totul prin abord unic, posterior.

Șuruburile transpediculare, în special cele mobile, s-au dovedit a fi eficiente în asigurarea unei fuziuni complete, prin acest abord unic, posterior, fără apariția fenomenului de crankshaft, cel puțin pentru acest segment scurt, necesar fuzionării în urma rezecției hemivertebrei.

Diagnosticul se stabilește atât clinic (pe baza aspectului clasic de scolioză) cât și imagistic; evaluările CT și IRM ajută la înțelegerea malformațiilor și la posibilitatea efectuării unui aprecieri a evoluției pentru a putea decide momentul și tipul intervenției indicate, precum și la evaluarea globală a cazului, evaluând posibilele malformații asociate [11].

Clasificările recente, introduse în urma analizei amănunțite a malformațiilor prezente, ajută, de asemenea, la obținerea unei indicații terapeutice adaptate particularităților malformative ale fiecărui pacient în parte și la efectuarea unui planning preoperator ce poate fi urmat intraoperator [12].

Efectuarea rezecției hemivertebrei și a fuziunii segmentale spinale scurte, la vârste mici determină stagnarea progresiei curbării scoliotice și întreruperea apariției modificărilor structurale secundare. Este redată astfel posibilitatea unei dezvoltări normale a copilului, cu o reintegrare socială mai rapidă postoperator și reluarea activităților de zi cu zi, precoc.

Introducerea neuromonitorizării în cadrul chirurgiei spinale la copil și apariția implantelor de tip low profile, a dus la posibilitatea efectuării, în siguranță, a acestor intervenții chiar și la vârste mici, scăzând riscul apariției complicațiilor și crescând siguranța actului medical [13].

În România se ocupă doar un număr restrâns de specialiști de această patologie și restul specialităților nu cunosc atât de bine semnele clinice sugestive aceste patologii pentru a ghida precoce pacienții către acești specialiști, motiv pentru care diagnosticarea se face de regulă tardiv, când au apărut inclusiv modificările structurale secundare. De aceea considerăm oportună crearea unui protocol unic național de diagnostic și tratament al scoliozelor congenitale și îndrumarea acestor pacienți către centrele din țară înalt specializate pe această patologie.

Tehnica chirurgicală descrisă de Ruf și Harms a fost abordată doar de către chirurgii ce au efectuat intervențiile chirurgicale prezentate în această lucrare științifică. Actualmente această tehnică chirurgicală este descrisă în literatura de specialitate, din străinătate, ca fiind gold standardul tratamentul scoliozelor congenitale prin hemivertebră, cu potențial evolutiv crescut.

Efectuată la vârste mici, tehnica permite, așa cum arată și studiul de față, corecția curburii scoliotice la sub 15 grade, corecție ce se menține la follow-up. Reinseția socială după acest gen de intervenție este rapidă, la 2-4 săptămâni pacientul reluându-și activitățile cotidiene.

De asemenea costurile unui astfel de tratament sunt mult diminuate comparativ cu costurile necesare unei intervenții chirurgicale menite să corecteze și modificările structurale secundare apărute în cazul amânării intervenției chirurgicale.

Tehnicile chirurgicale utilizate anterior pentru tratamentul scoliozelor congenitale au dus la fuzionarea precoce a rahisului, și au blocat creșterea coloanei vertebrale fără a opri progresia curburii scoliotice. Reintervenția și aplicarea tehnicii descrise de Ruf și Harms, în cazul acestor pacienți, este dificilă, datorită fibrozei și fuziunii spinale, produse iatrogen, de intervențiile anterioare.

Astfel se poate concluziona că tratarea corectă și adaptată în funcție de patternul malformativ al pacienților cu scolioză congenitală, trebuie efectuată de la început; abordarea ulterioară a unui alt tratament nu mai poate corecta efectele produse de o altă intervenție.

Implementarea protocolului de diagnostic și tratament în centrele de specialitate și de asemenea abordarea pacientului multidisciplinar privind diagnosticul precoce, va duce la scăderea costurilor și la efectuarea unui tratament la standarde internaționale.

Studiul are atât un impact tehnic (adaptarea tehnicilor chirurgicale în funcție de tipul scoliozei), economic (scade numărul de complicații, de aici și numărul de reintervenții) cât și unul social (crește calitatea vieții pacientului atât prin scăderea numărului de complicații datorită diagnosticului precoce și a instituirii tratamentului adecvat cât și prin reinseția acestora socială și școlară rapidă). De asemenea trebuie luat în calcul și impactul psihologic asupra pacienților și familiilor acestora, mult diminuat printr-un tratament adecvat instituit precoce, înaintea apariției complicațiilor, cu o speranță de viață ce astfel s-ar putea apropia de cea a populației generale.

Ipoteză de lucru și obiective

Cu toate că este o patologie rar întâlnită, cu o mortalitate infantile mai crescută doar în cazul malformațiilor complexe, ce asociază de regulă și alte anomalii, aceasta este cu siguranță subdiagnosticată în România. Numărul pacienților cu malformații vertebrale nu este cunoscut și mulți copii sunt diagnosticați tardiv, uneori chiar și după vârsta de 10 ani, când modificările structurale secundare și repercusiunile asupra funcției respiratorii sau cardiace sunt deja instalate.

Unul din obiectivele acestei teze de doctorat este de a arăta **importanța examinării și diagnosticării precoce** a malformațiilor vertebrale.

Așa cum este prezentat în partea generală, primii 5 ani sunt esențiali în dezvoltarea pulmonară normală, cu o funcție respiratorie suficientă desfășurării activităților cotidiene. Astfel, un alt obiectiv este acela de a arăta **eficiența unui tratament chirurgical inițiat precoce și adaptat tipului malformativ și nevoilor specifice rahisului aflat în creștere** precum și repercusiunile care decurg în urma netratării, tratării tardive sau inadecvate.

Modificările secundare apar ca rezultat al încercării rahisului de a se echilibra, în condițiile existenței patologiei malformative, și acestea, în timp, pot să devină structurale și rigide. Un alt obiectiv este acela de a demonstra că **intervențiile chirurgicale** efectuate înainte de apariția modificărilor structurale secundare, **pot prevenii structuralizarea acestor modificări.**

În România, intervențiile chirurgicale pentru scoliozele congenitale sunt efectuate doar în București, de un număr extrem de redus de chirurghi. Spitalele în care se tratează chirurgical pacienții cu solioze congenitale, sunt actualmente, Spitalul Clinic de Urgență pentru Copii “Maria Sklodowska Curie” și Spitalul Academic Ponderas. Acestea au astfel o adresabilitate mare, primind cazuri din toată țara. Acestea au posibilitatea de a lucra în echipă multidisciplinară, putându-se adresa tuturor problemelor malformative asociate.

Această lucrare își dorește astfel, să reflecte o **imagine de ansamblu asupra practicii curente** în chirurgia spinală malformativă din țară, precum și o raportare la recomandările din literatură, atât prin **evaluarea tehnicilor chirurgicale** cât și a rezultatelor și a complicațiilor intra și postoperatorii.

În cele din urmă, teza își propune **elaborarea unui protocol de diagnostic și de tratament**, cu scopul de a optimiza tratamentul chirurgical și de a reduce consecințele negative, aduse de un tratament neadecvat, asupra dezvoltării copilului, precum și impactul socio-economic al patologiei.

Metodologia cercetării

Studiul este prospectiv și cuprinde pacienții diagnosticați cu scolioză congenitală, prin defect de formare, ce au suferit intervenții chirurgicale de rezecție a hemivertebrei și fuziune spinală segmentală. Au fost excluse cazurile de scolioză idiopatică, sindromică sau scoliozele congenitale echilibrate, fără potențial evolutiv, ce nu au necesitat intervenție chirurgicală. Datorită numărului mic de pacienți incluși, studiul este de natură descriptivă. Numărul redus de pacienți se datorează frecvenței scăzute a acestei patologii, rare, așa cum este cunoscută și în literatura de specialitate.

Studiul cuprinde pacienți din toate centrele în care se operează aceste diformități spinale, din București:

- Spitalul Clinic de Urgență pentru Copii “Maria Sklodowska Curie”,
- Spitalul Monza (în perioada 2014-2017),
- Spitalul Academic Ponderas (2018).

Au fost analizați prospectiv pacienții internați și operați în perioada august 2014-martie 2018 (3 ani și jumătate), pentru a dispune de o perioadă de minim 6 luni de urmărire a evoluției postoperatorii.

Toți pacienții (aparținătorii acestora) au fost informați și au fost de acord ca datele medicale să poată fi utilizate în eventualele studii de cercetare, menținând confidențialitatea datelor personale.

Colectarea datelor s-a realizat analizând foile de observații, protocoalele operatorii și biletele de externare ale pacienților și a presupus:

- Identificarea pacienților. Pentru asigurarea confidențialității, fiecărui pacient i s-a atribuit un cod de identificare (exemplu: “pacientul numărul 1”).
- Date clinice. S-au colectat informații privind vârsta, sexul, tipul scoliozei, patologiiile asociate și data intervenției chirurgicale.
- Date imagistice. S-au analizat investigațiile preoperatorii imagistice (radiografii, tomografii, IRM-uri) și postoperatorii radiologice.
- Date legate de tipul intervenției chirurgicale.
- Date legate de complicațiile intra și postoperatorii.
- Date legate de reintervenții.
- Date legate de evoluția postoperatorie, la distanță.

Introducerea datelor într-un sistem tabelar ce a inclus: codul de identificare al pacientului, sexul, vârsta la momentul operației, tipul scoliozei, descrierea malformațiilor vertebrale, malformațiile asociate, unghiul Cobb pre- și postoperator, data operației, nivelul la care s-a efectuat spondilosindeza, complicațiile postoperatorii, reintervențiile și perioada de urmărire.

Analiza datelor a distribuit lotul în funcție de tipul scoliozei congenitale și de vârsta la momentul intervenției chirurgicale, urmărind evoluția postoperatorie a pacienților.

Prelucrarea datelor s-a realizat cu ajutorul următoarelor softuri: Weasis v1.2.5 și Microsoft Office Excell 2007.

Statistica descriptivă a lotului

În perioada august 2014-martie 2018, s-a intervenit chirurgical în cazul a 19 pacienți diagnosticați cu scolioze congenitale.

Dintre aceștia:

- 3 pacienți au fost excluși din lot, reprezentând reintervenții după alte tehnici aplicate;
- 1 pacient a prezentat scolioză congenitală prin defect mixt, prezentând alături de malformațiile vertebrale și numeroase malformații costale, pe concavitate, ce au impus utilizarea unui dispozitiv de expansiune toracică – VEPTR;
- 1 pacient cunoscut cu sindrom Klippel Feil, cu hemivertebră L2 stângă, în vârstă de 14 ani, cu curbura scoliotică rigidă, ce a necesitat pentru corecție multiple osteotomii de coloană asociate cu halotrațiune și fuziune spinală în timpul 2 operator.

Lotul selecționat pentru efectuarea studiului a fost format din pacienți cu scolioze congenitale prin hemivertebră, ce nu au mai suferit alte intervenții anterioare pentru malformațiile spinale.

S-au identificat astfel 14 pacienți ce au fost operați în perioada august 2014-martie 2018 (3 ani și jumătate) ce au îndeplinit aceste condiții.

Indicația chirurgicală a acestor pacienți a fost dată de rata de progresie a acestui tip de malformație; evoluția naturală a fost urmărită minim 6 luni înaintea efectuării intervenției chirurgicale. Pacienții au prezentat fie o accentuare a creșterii curburii scoliotice în ultima perioadă, fie malformația a prezentat indicație chirurgicală de la început, prin tipologia rapid progresivă a malformației sau prin localizarea sa la nivel joncțional.

Preoperator, toți pacienții au efectuat următoarele investigații: radiografii full spine față și profil, CT, IRM, consult cardiologic și preanestezic.

Pentru uniformizarea pacienților s-a folosit același tip de numerotare a vertebrelor, hemivertebrelor având alocat numărul succesiv al vertebrei supraiacente, indiferent dacă aceasta este supranumerară sau nu. De asemenea toți pacienții au beneficiat de analiza tridimensională a malformațiilor vertebrale, putându-se preciza eventualele discordanțe descrise de Kawakami.

Cu o seară anterioară intervenției chirurgicale toți pacienții au fost toaletați cu Betadine, tegumentul spatelui fiind verificat să nu existe erupții cutanate sau alte modificări locale ce ar putea complica intervenția chirurgicală. Pacienții care nu au dispus de

neuromonitorizare au exersat exercițiile de mișcare a membrilor pentru a se familiariza cu indicațiile pe care le vor primi în timpul testului de trezire, efectuat intraoperator.

După efectuarea anesteziei generale, toți pacienții au fost poziționați în decubit ventral, pe suport de silicon, fără presiune la nivelul abdomenului, toracelui sau a ochilor, pentru a evita apariția leziunilor de decubit ce pot să apară în urma sprijinului îndelungat. Membrile toracice au fost poziționate în abducție și flexie ușoară, pentru a nu produce elongații de plex brahial; s-a evitat sprijinul pe regiunea tunelului cubital pentru a nu afecta nervul ulnar, care prezintă un traiect superficial în această zonă, și poate fi comprimat cu ușurință.

Se reperează radiologic hemivertebra și vertebrele adiacente, conform plannigului preoperator. Se practică incizia, centrată pe apofizele spinoase ale hemivertebrului ce urmează să fie rezecată și prelungită caudal și cranial pe vertebra supra și subiacentă, ce urmează să fie instrumentate.

Tehnica chirurgicală utilizată

După incizie, se decolează subperiostic musculatura paravertebrală aferentă hemivertebrului și vertebra supra și subiacente. Trebuie evitată deschiderea fațetei articulare proximale și respectiv distale ale vertebrelor adiacente hemivertebrului. Se identifică elementele anatomice și se inseră șuruburile corespunzătoare zonei de instrumentare, conform *tehnicii descrise de Ruff și Harms*, [10] în pediculii vertebra supra și subiacente hemivertebrului. În timpul inserției șuruburilor, o parte din pacienți (în funcție de dotările și posibilitățile financiare ale spitalului în care s-a desfășurat intervenția) au beneficiat de electronavigație (triggered EMG single pulse și multi-pulse). Șuruburile transpediculare de pe partea contralaterală hemivertebrului sunt fixate cu o bară provizorie, pentru a conferii stabilitate coloanei în timpul procedurilor ce vor urma.

În cazul hemivertebrului toracale trebuie reperată articulația costo-transversă [14]. Arcul posterior trebuie disecat subperiostic și la aproximativ 2 cm de articulația costo-transversă, acesta trebuie rezecat. Atenție deosebită este necesară în timpul acestei proceduri pentru a nu leza pleura parietală. În cazul hemivertebrului lombare procesul transvers este expus subperiostic și rezecat.

Rezecția propriu zisă a hemivertebrului [15] se face conform recomandărilor din tehnica Ruff Harms. Se rezecă hemilamina hemivertebrului cu atenție acordată canalului spinal, aflat subiacent. Urmează apoi rezecția pediculului hemivertebrului. Maduva spinării și rădăcinile spinale sunt protejate în timpul tuturor acestor proceduri. Pediculul este rezecat

până la nivelul sincondrozei neuro-centrale. Din acest punct, spongia hemicorpului restant se chiuretează prin tehnica egg shell. Se rezecă platourile supra și subiacent hemivertebrei împreună cu discurile intervertebrale adiacente. Se disecă peretele anterior al hemivertebrei tot subperiostic și se protejează structurile anterioare.

Se rezecă corticala hemicorpului dinspre lateral înspre medial, ultima porțiune rezecată fiind cea a peretelui posterior al hemicorpului. Platoul inferior al vertebrei supraiacente și cel superior al vertebrei subiacente se avivează pentru a favoriza artrodeza. După efectuarea rezecției se confirmă radiologic excizia totală a acesteia. Reducerea diformității se realizează lent, prin taxie, controlat, prin presiune directă asupra vertebrelor supra și subiacente, după ce blockerele ce fixau tija de pe partea contralaterală au fost slabite. Tot controlat, se aplică compresie pe partea hemivertebrei rezecate și distractare pe partea contralaterală.

Corecția se verifică radioscopice și tije sunt fixate definitiv.

Atât în timpul inserției șuruburilor cât și în timpul manevrelor de corecție, o parte dintre pacienți a beneficiat de neuromonitorizare: SSEP (potențiale evocate somato-senzitive), TcMEP (potențiale evocate motor transcraniale), free-run EMG și triggered EMG. În cazul pacienților care nu au dispus de neuromonitorizare, atât după implantarea șuruburilor transpediculare cât și după corecție s-a apelat la wake up test. Wake up testul presupune oprirea administrării anestezicului (Propofol) până la superficializarea sedării, moment în care pacientul este stimulat verbal sau mecanic să miște membrele. După apariția mișcărilor active, testul este considerat pozitiv și se reia sedarea. Niciun pacient nu a prezentat nicio problemă neurologică intraoperator.

Se încearcă reinsertia ligamentului interspinos ori decâte ori este posibil. Toți pacienții au beneficiat de aport de autogrefă din hemivertebra rezecată pentru a favoriza apariția fuziunii spinale.

Variații de la tehnica descrisă de Ruff și Harms în ceea ce privește spondilosindeza, au fost adoptate în cazul a 6 pacienți din cadrul lotului studiat: tehnica celor 3 bare (atunci când implantul nu a fost suficient de stabil pentru tensiunea existentă în urma corecției) sau prelungirea montajului (în cazul malformațiilor vertebrale asociate, regăsite la nivelul vertebrelor supra sau subiacente hemivertebrei de rezecat, sau în cazul fracturării pediculilor în timpul corecției). Modificările aduse tehnicii vor fi discutate particular, pentru fiecare caz în parte, în care a fost necesar să fie efectuate.

După confirmarea corecției și fixarea definitivă, toate cazurile au beneficiat de aport

de autogrefă recoltată în situ (din hemivertebra rezecată) pentru a favoriza artrodeza spinală a regiunii instrumentate. O parte din pacienți (în funcție de practica spitalului în care a avut loc intervenția) au beneficiat de Vancomicină aplicată local, la nivelul implantului, pentru a prevenii apariția infecției locale.

Rezultate

Cei 14 pacienți au prezentat 18 hemivertebre (1 pacient a prezentat 3 hemivertebre și 2 pacienți au prezentat câte 2 hemivertebre fiecare). Vârsta medie a pacienților a fost de 6 ani și 11 luni, fiind cuprinsă între 2 ani și 9 luni și 17 ani și o lună.

Dintre aceștia, 6 au fost operați până în vârstă de 5 ani și 3 după vârstă de 10 ani.

Din punct de vedere al distribuției pe sexe 4 pacienți au fost de sex masculin și 10 de sex feminin, adică un raport de 2,5:1 în favoarea sexului feminin.

În cadrul celor 14 pacienți incidența hemivertebrelor a fost de 1,28 hemivertebre per pacient, adică au fost întâlnite 18 hemivertebre: 1 pacient prezentând 3 hemivertebre și 2 pacienți prezentând câte 2 hemivertebre fiecare. Raportat la nivelul vertebral la care se regăsește hemivertebra s-a observat o frecvență mai crescută a hemivertebrelor situate la nivelul joncțiunii toraco-lombare - 5 hemivertebre.

4 din cele 18 hemivertebre s-au regăsit pe partea stângă, restul de 14 regăsindu-se pe partea dreaptă, raportul fiind de 3,5:1 pentru partea dreaptă.

3 hemivertebre au fost semisegmentate, restul de 15 fiind segmentate. Nicio hemivertebă din lotul pacienților operați nu a fost nesegmentată.

8 din cele 18 hemivertebre au fost supranumerare; dintre acestea 8, 6 au fost toracale, cu arc costal propriu, supranumerar. Din cele 9 hemivertebre nesupranumerare, 7 pacienți au prezentat 11 vertebre normale iar cea de-a 12-a fiind hemivertebă, cu arc costal propriu. 1 pacient a prezentat 3 agenezii vertebrale, prezentând doar 7 vertebre toracale la care s-au mai adăugat 2 hemivertebre pe partea contralaterală.

Din punct de vedere al perechilor de coaste existente la fiecare pacient în parte, dintre cei 12 pacienți cu malformații vertebrale toracale, 5 pacienți au prezentat 12 arcuri costale pe o parte cu 13 arcuri costale pe partea contralaterală, 6 pacienți au prezentat 11, respectiv 12 arcuri costale și un pacient a prezentat agenezii vertebrale suplimentare, având doar 7 arcuri costale pe o parte cu 10 arcuri costale de partea opusă (în cele 10 arcuri costale fiind inclusă și o coastă cervicală).

Cu excepția malformațiilor vertebrale pentru care s-a intervenit chirurgical, o parte din pacienți au prezentat și alte malformații vertebrale ce nu au necesitat intervenție chirurgicală. 2 pacienți au prezentat hemivertebre la nivel cervical, 5 pacienți au asociat spina bifida la un anumit nivel al coloanei, au existat 4 vertebre în fluture, 6 blocuri vertebrale și 6 malformații costale, reprezentate de bifidități costale, sinostoze costale sau coaste flotante.

În 4 cazuri a fost prezentă o discordanță între elementele anterioare și cele

posterioare, discordanță elucidată doar cu ajutorul CT-ului.

Malformațiile asociate s-au întâlnit cu o frecvență medie de 1.92 per pacient, variind între 0 malformații și 6 malformații pentru un singur pacient. Din lotul studiat, 5 pacienți nu au asociat nicio altă malformație. Cele mai frecvente malformații întâlnite, în 9 cazuri, au fost asocierea a altor malformații vertebrale, înafara malformației pentru care s-a realizat intervenția chirurgicală. Au urmat apoi malformațiile costale și cele renale (agenezii renale), fiecare fiind întâlnite în câte 4 cazuri.

9 pacienți au beneficiat de neuromonitorizare în timp ce 5 pacienți au fost evaluați neurologic prin testul wake up; spitalul în care s-a apelat la wake up test pentru evaluarea neurologică intraoperatorie nu dispune de neuromonitorizare.

Din cei 3 pacienți cu hemivertebre multiple, 2 au prezentat 1, respectiv 2 hemivertebre normale între cele 2 hemivertebre, malformația conferind ambilor pacienți o singură curbura ce a impus o singură instrumentare, pe un segment mai prelungit, care cuprinde ambele hemivertebre. În cazul pacientei cu 3 hemivertebre, chiar dacă ele au fost ipsilaterale, s-au regăsit la distanță unele față de celelalte, la 6, respectiv 5 hemivertebre normale, conferind 3 curburi separate. Datorită vârstei mici a pacientei aceste 3 curburi nu s-au structuralizat într-o curbura unică, mare și a fost suficientă sinteza segmentală, individuală a fiecărui segment în parte. Unghiul Cobb preoperator măsurat pentru fiecare curbura determinată de hemivertebra a fost în medie de 39 grade, fiind situat între 22 și 65 grade. După corecție unghiul Cobb mediu măsurat a fost de 12,5 grade, fiind situate între 0 și 35 grade. Corecția medie fiind de 67,78%.

În cazul a 12 hemivertebre s-a aplicat tehnica de rezecție și spondilosindeză segmentală scurtă așa cum a fost descrisă de Ruf și Harms (rezecția și instrumentarea vertebrei supra și subiacentă hemivertebrei rezecate). Dintre aceste 12 hemivertebre, 4 au necesitat revizie, fie în timpul aceleiași operații, fie printr-o reintervenție, datorită fracturării unui sau a mai multor pediculi. Pentru 3 din acești pacienți a fost necesară prelungirea montajului în timp ce pentru 1 pacient a fost suficientă suplimentarea montajului cu o a 3a bară, menținându-se doar 2 nivele de instrumentare. Pentru 2 pacienți, respectiv 4 hemivertebre, datorită distanței scurte dintre cele 2 hemivertebre, aflate ipsilateral, a fost necesară utilizarea unui implant prelungit. În cazul altor 2 pacienți nu s-a putut aplica tehnica de spondilosindeză limitată, fiind utilizată o spondilosindeză prelungită încă de la început (un pacient a asociat și alte malformații care nu au permis efectuarea în condiții de siguranță a unei spondilosindeze pe 2 nivele și cel de-al 2-lea prezenta multiple modificări structurale secundare).

Perioada de urmărire postoperatorie a fost în medie de 1 an și 10 luni, variind între 6 luni și 4 ani. Niciun pacient nu a ajuns la vârsta încheierii creșterii, cu excepția pacientului numărul 13, care a fost operat după încheierea creșterii.

Din lotul studiat 3 pacienți au necesitat reintervenții, toate datorate fracturării pediculilor vertebrali. Reintervenția a presupus suplimentarea montajului cu 1-3 nivele de instrumentare. Numărul mediu de nivele instrumentate per pacient, final, a fost de 3,12 nivele.

Complicațiile lotului studiat au fost reprezentate de:

- fracturarea pediculului:
 - o 1 caz diagnosticat intraoperator ce a necesitat suplimentarea montajului cu o a 3a tijă;
 - o 3 cazuri diagnosticate postoperator, ce au necesitat reintervenție și revizia montajului cu prelungirea acestuia cu 1-3 nivele suplimentare;
- complicații din sfera aparatului respirator:
 - o dezvoltarea unui pneumotorax ce s-a resorbit spontan, apărut datorită aderențelor existente la nivel pleural, în urma multiplelor intervenții chirurgicale realizate pentru alte malformații de tract respirator și digestive,
 - o apariția unei opacități nodulare de tip bronho-alveolar cu tendința la confluare peri sau infrahilar dreapta cu mică pleurezie cu obstruarea sinusului costo-frenic drept și costo-diafragmatic lateral drept, ce s-a remis prin tratament cu bronhodilatator;
- 1 dermatită supraacută de contact în jurul plăgii;
- accentuarea curbării secundare în cazul a 2 pacienți.

3 pacienți din cele 16 intervenții de rezecție a hemivertebrei au necesitat reintervenții, ceea ce reprezintă un procent de 18,75% de revizie a montajului.

În cazul pacienților neuromonitorizați, nu au existat modificări ale TcMEP și SSEP față de curba de referință înregistrată la începutul intervenției chirurgicale la niciun pacient. În cazul pacienților care nu au beneficiat de neuromonitorizare, toți au avut testul de wake up pozitiv.

Toți pacienții s-au ridicat în șezut din prima zi postoperator și au mers din a 2a- a 3a zi postoperator. La 14 zile postoperator s-au suprimat firele de sutură.

Pacienții s-au prezentat la control la 14 zile, 1 lună, 6 luni și 1 an postoperator, urmând apoi controlul ortopedic de rutină anual.

Niciun pacient nu a prezentat niciun deficit motor sau senzitiv în perioada de

urmărire postoperatorie.

Niciun pacient nu a atins vârsta încheierii creșterii (cu excepția pacientului numărul 13, care a suferit intervenția la vârsta maturității osoase), motiv pentru care pacienții se află în continuare sub urmărire clinico-imagistică.

La o lună postoperator toți pacienții și-au reluat activitățile curente atât educaționale cât și de relaxare.

Discuții

Se observă, din lotul studiat, o tendință de a se interveni chirurgical la vârste mai mari, doar 6 pacienți având vârsta sub 5 ani. Acest fapt se poate corela cu o diagnosticare tardivă, niciun pacient nefiind diagnosticat prenatal și doar 5 fiind diagnosticați în primul an de viață; dintre aceștia, 4 au necesitat alte intervenții chirurgicale în primul an de viață pentru malformațiile asociate. Din cei 5 pacienți diagnosticați în primul an de viață, 4 au fost operați pentru malformațiile vertebrale la vârstă mai mică de 5 ani, așa cum se recomandă în literatura de specialitate.

Distribuția pe sexe, de 2,5:1 în favoarea sexului feminin confirmă distribuția raportată în literatura de specialitate, cu predominanța patologiei în rândul pacienților de sex feminin [16].

Distribuția hemivertebrelor în funcție de localizare, cu un raport de 3,5:1 în favoarea existenței hemivertebrei pe partea dreaptă, determină o predominanță evidentă a curburii dextroconvexe. În cadrul scoliozelor idiopatice, curbura scoliotică este în marea majoritate a cazurilor dextroconcavă [17] și se consideră că, curbura dextroconvexă, în cadrul scoliozelor idiopatice, au un prognostic negativ, determinând o deformare rotațională mai mare, cu impact mai mare asupra afectării pulmonare și cardiace.

83% din hemivertebrelor din lotul studiat au fost hemivertebre segmentate, ce prezintă un potențial evolutiv crescut, așa cum sunt descrise și de către McMaster [18].

Frecvența de asociere a altor anomalii a fost în lotul studiat de 64,28%, frecvență asemănătoare cu frecvența de 60% cunoscută din literatura de specialitate [19].

Cu toate că doar 8 din cele 18 hemivertebre au fost supranumerare nu s-au întâlnit probleme legate de obținerea unei coloane de dimensiuni mici, fapt datorat tehnicii care presupune un număr redus de nivele fuzionate.

Acest lucru poate să apară mai ales în cazul scoliozelor congenitale prin defecte mixte, pentru care se practică o fuziune spinală mai extinsă, așa cum a fost cazul unuia dintre pacienții excluși din studiu, fiind operat anterior printr-o altă tehnică chirurgicală; pacientul respectiv, al cărui rahis a fost fuzionat pe o lungime relativ extinsă, la o vârstă mică, nu a mai prezentat creștere la nivelul coloanei toraco-lombare, cu apariția unui raport inegal între lungimea membrilor și lungimea toracelui dar și cu toate repercusiunile ce rezultă în urma existenței torace cu înălțimea mult redusă [20].

Corecția curburii scoliotice a fost de 67,78%; în literatura de specialitate valoarea corecției curburii scoliotice variază în funcție de lot, în funcție de vârsta la care a avut loc

intervenția și de operatorul care a efectuat operația, în medie, între 63,3% și 71,1% [21], ceea ce ne situează corecția lotului studiat în parametrii descriși de literatură.

Corecția subgrupului format din cei 3 pacienți cu vârsta mai mare de 10 ani a fost de 69,85%. Cu toate că aparent, este o corecție mai bună, toate cele 3 cazuri au impus sau impun o rahisinteză prelungită:

- pacientul numărul 13 a necesitat de la început o prelungire a montajului pe 6 nivele, datorită modificărilor structurale secundare; acesta a prezentat și compresie medulară apărută ca evoluție a progresiei patologiei;
- pacientul numărul 12 a necesitat reintervenție datorită fracturării pediculilor (rezultată în urma tensiunilor mari existente pentru menținerea corecției în urma rezecției hemivertebrei) pentru care a fost necesară prelungirea montajului pe 5 nivele;
- pacientul numărul 11 nu a prezentat corecția spontană a curburii secundare scoliotice și este în observație pentru prelungirea implantului.

Din numărul mediu de nivele instrumentate al întregului lot, care a fost în medie 3,12, în cadrul subgrupului, numărul mediu de nivele instrumentate a fost de 4,66 per pacient cu vârsta peste 10 ani. Modificările structurale secundare în acest subgrup au fost reprezentate de curburi secundare compensatorii rigide, fenomene degenerative și tensiuni crescute la manevra de reducere a spațiului restant rezecției hemivertebrei, fiind astfel necesară instrumentarea unui număr mai mare de vertebre cu toate complicațiile care pot rezulta din acest fapt (creșterea timpului operator, creșterea sângerării locale, creșterea riscului de infecție locală).

Corecția a fost menținută pe perioada urmăririi care a fost în medie de 1 an și 10 luni și s-a datorat rezecției complete a hemivertebrei. O rezecție incompletă a hemivertebrei sau alegerea unui implant inadecvat pot compromite abordarea terapeutică a pacientului cu scolioză congenitală, așa cum a fost cazul altor 2 pacienți excluși din studiu, aceștia fiind operați anterior printr-o altă tehnică chirurgicală.

Efectuarea intervenției înaintea apariției modificărilor structurale secundare este un element cheie în obținerea unei corecții cvasicomplete, ce se poate menține pe parcursul creșterii, însă nu este singurul element necesar pentru obținerea unui astfel de rezultat. Efectuarea unei rezecții complete și alegerea unui montaj stabil sunt uneori chiar mai importante. În funcție de varianta de tratament aleasă evoluția unei patologii asemănătoare poate varia destul de mult.

Analiza tomografiei computerizate și aplicarea clasificării descrise de Kawakami a

dus la înțelegerea malformațiilor și la efectuarea unui planning preoperator corect, adaptat malformațiilor, ce a scăzut necesitatea reintervenției. Acest lucru este dovedit prin cazul pacientului numărul 2, în care vertebra supra și subiacentă erau în fluture, motiv pentru care s-a decis prelungirea instrumentării cu câte un nivel suplimentar. Analiza strict a elementelor posterioare ar fi dus la efectuarea unui implant scurt, situat pe 2 nivele, conform tehnicii descrise de Ruf și Harms, însă acesta nu ar fi conferit stabilitatea necesară efectuării compactării, necesitând fie readaptarea intraoperatorie a numărului de nivele instrumentate (cu creșterea timpului operator) sau reintervenția, în cazul în care montajul ar fi cedat la scurt timp postoperator. Ambele variante presupun un timp chirurgical mai crescut cu costuri chirurgicale mai mari.

Complicația cel mai frecvent apărută în lotul studiat a fost fracturarea pediculului, și este și complicația cel mai frecvent întâlnită în literatura de specialitate. Absența complicațiilor neurologice și a infecțiilor, pot fi explicate și prin numărul mic al pacienților din lotul studiat, aceste complicații având o frecvență destul de mică și în literatură [22]. Cu toate acestea, evaluarea neurologică intraoperatorie este esențială, fie că discutăm de testul de wake up sau de neuromonitorizare. Neuromonitorizarea conferă un confort și o siguranță mai mare chirurgului, putând preciza inclusiv unde este localizată problema, în cazul în care aceasta apare, permițând rezolvarea sa, înaintea apariției leziunilor ireversibile.

Studiile din literatură au arătat, așa cum am menționat și în partea generală, scăderea riscului de apariție al deficitului neurologic de la 0,72% la 0,55% în cazul utilizării neuromonitorizării [22].

Limitele studiului:

- numărul mic de pacienți cu malformații congenitale spinale nu permite efectuarea studiului pe un lot mai mare, semnificativ statistic
- scoliozele congenitale sunt clinic manifeste de la vârste foarte mici, progresând o dată cu creșterea, chiar și tratat chirurgical rahisul copilului se află în creștere continuă, cu o evoluție ce poate uneori să fie imprevizibilă; motiv pentru care evaluarea finală a rezultatelor intervențiilor chirurgicale privind scoliozele congenitale se poate face doar la încheierea creșterii. Lucrul acesta presupune o perioadă mare de urmărire ce nu a putut fi atinsă pe parcursul acestui studiu doctoral.

- în lot au fost incluse doar scoliozele congenitale prin defect de formare, fără a le include pe cele cu malformații prin defect mixt, dezbaterăa tratamentului acestor cazuri rămâne pentru un eventual studiu postdoctoral.

Concluzii și contribuții personale

Patologia malformativă a rahisului la copii este un capitol puțin dezvoltat în România, existând puține centre unde se efectuează această intervenție.

Această teză de doctorat a analizat toate cazurile operate în centrele specializate pentru această patologie din ultimii 4 ani dezbătând importanța unui diagnostic precoce, complet și corect al scoliozei congenitale prin hemivertebră pentru stabilirea tratamentului personalizat în funcție de tipul malformației prezente.

Diagnosticarea cât mai rapidă a unei scolioze congenitale și aprecierea potențialului evolutiv poate duce la decizia efectuării unei intervenții chirurgicale înaintea apariției complicațiilor, ușurând atât intervenția chirurgicală, scăzând timpul operator, sângerarea, limitând intervenția și fuziunea spinală strict pe segmentul interesat, înaintea apariției deformărilor și modificărilor structurale secundare.

Astfel, diagnosticarea antenatală, cu descrierea completă a malformațiilor spinale și a anomaliilor asociate, sugerată de ecografie și stabilită prin efectuarea unui IRM antenatal, duce la stabilirea unei scheme de tratament adaptată necesităților dezvoltării normale a copilului fără a se mai amâna din timpii necesari investigării postnatale. Investigațiile necesare obținerii unui diagnostic complet, postnatal, sunt mai dificil de efectuat la sugari, datorită necompliancei evidente a pacientului. Aceștia necesită sedare cu toate implicațiile aferente anesteziei, mai ales în cazul pacienților cu alte afecțiuni asociate.

Efectuarea unui **IRM antenatal** în cazul oricărei scolioze congenitale diagnosticate ecografic antenatal poate să devină un protocol, ajutând la obținerea unui diagnostic complet ce permite pregătirea atât a părinților cât și a echipei chirurgicale în vederea efectuării tratamentului necesar, în momentele ideale, înaintea apariției modificărilor secundare ce pot îngreuna atât intervenția cât și evoluția și dezvoltarea normală a copilului.

Evitarea apariției **sindromului de insuficiență toracică** este principalul scop în tratarea scoliozelor congenitale complexe, datorită impactului pe care acest sindrom îl are asupra dezvoltării copilului și a riscului crescut de mortalitate asociat.

În **primii 5 ani** de viață a copilului, dezvoltarea și creșterea cât mai aproape de normal sunt esențiale desfășurării unei vieți normale, prin impactul reflectat asupra dezvoltării pulmonare. Orice mică intervenție, naturală sau iatrogenă, asupra creșterii colonei vertebrale poate avea repercusiuni grave privind calitatea vieții pacientului, dacă nu se pun în balanță efectele și beneficiile aferente oricărei intervenții chirurgicale, și dacă nu se are în vedere importanța acestei perioade în dezvoltarea ulterioară.

Obținerea unei fuziuni spinale extinse la vârste mici, fie ea spontană sau iatrogenă, duce la un torace scurt și la o cutie toracică insuficientă, care va determina apariția sindromului de insuficiență toracică cu imposibilitatea desfășurării unei activități cotidiene normale. Aspectul clinic al acestor pacienți, cu un torace dismorf, mic și cu membre de dimensiuni normale, ce depășesc ca raport cu mult dimensiunea toracelui, contribuie la scăderea calității vieții pacientului. Putem astfel concluziona că scolioza congenitală reprezintă o patologie cu **potențial invalidant** afectând funcția pulmonară și calitatea vieții pacientului.

Analiza atentă a examenului CT și IRM aduce informații importante în efectuarea unui planning preoperator eficient. Existența **discordanței** dintre elementele anterioare și cele posterioare, descrisă de Kawakami în 2009, este esențială de luat în calcul, ajutând atât la înțelegerea malformației dar și la efectuarea unui montaj spinal stabil. Această analiză a fost efectuată în cazul tuturor pacienților din lotul studiat, ajutând la selectarea numărului de nivele fuzionate, minim necesare obținerii unui montaj stabil. De asemenea, aceasta clasificare a dus la înțelegerea motivului pentru care anumite tratamente, în cazul pacienților tratați anterior prin alte tehnici chirurgicale, nu au funcționat.

Rezecția hemivertebrei și fuziunea segmentală scurtă este **standardul gold** tratamentului chirurgical al scoliozelor congenitale, și efectuată precoce, la o vârstă mică, înaintea aparițiilor modificărilor structurale secundare duce la îndreptarea curburi scoliotice fără necesitatea prelungirii montajului cu menținerea corecției curburi scoliotice pe perioada de urmărire.

Orice întârziere în efectuarea unui tratament în cazul unei coloane aflată în plină creștere impune utilizarea fie a unor dispozitive de creștere care să permită corectarea curburi scoliotice secundare fie necesitatea efectuării unei artrodeze spinale prelungite, cu repercusiunile aferente fiecărei variante în parte.

De asemenea, riscul neurologic în cazul pacienților operați tardiv, atunci când modificările structurale au apărut, crește, atât prin necesitatea prelungirii implantului cât și prin manevrele de distractare necesare pe concavitate, pentru obținerea corecției unei curburi rigide.

Timpul operator și riscul de sângerarea locală sunt substanțial mai crescute în cazul pacienților cu modificări structurale secundare, ceea ce crește costurile aferente spitalizării dar și riscul de apariție a infecției. Riscul complicațiilor în cadrul acestor pacienți este cu siguranță mai crescut.

Utilizarea neuromonitorizării în chirurgia malformativă spinală reprezintă o noutate

în chirurgia spinală pediatrică din România, însă utilizarea sa este clar recomandată, diminuând riscurile apariției deficitelor neurologice și conferind siguranță chirurgului în ceea ce privește garanția actului medical efectuat.

Protocolul recomandat a fi urmat în urma analizei acestei patologii include următoarele puncte:

- *urmărirea folosind ecografia fetală a posibilelor malformații vertebrale;*
- *efectuarea IRM-ului prenatal în cazul suspiciunii ecografice a unei malformații vertebrale;*
- *screeningul complet al malformațiilor cel mai frecvent asociate: spinale, renale;*
- *efectuarea unui pachet de investigații complet în momentul diagnosticării malformației vertebrale care să includă: radiografie rahis integral, față și profil, CT, IRM și acolo unde există complianță din partea pacientului – spirometrie;*
- *analiza completă a malformației ținând cont de clasificarea Kawakami și de potențialul evolutiv;*
- *luarea în calcul a potențialului de apariție a sindromului de insuficiență toracică, ori de câte ori tabloul este sugestiv;*
- *aplicarea precocă, începând cu vârsta de 1 an, a tehnicii de rezecție a hemivertebrei descrise de Ruf și Harms, în cazul scoliozelor congenitale prin hemivertebra cu potențial evolutiv, înainte de apariția modificărilor structurale secundare.*

Implementarea acestui protocol poate duce la **eficientizarea actului medical**, prin diagnostiarea precocă, completă și corectă a patologiei malformative, ce permite adaptarea unui tratament adecvat, care efectuat la momentul recomandat duce la **scăderea costurilor** aferente spitalizării prelungite sau operațiilor laborioase efectuate tardiv și la o **reinserție socială rapidă** a copilului. De asemenea **scade și impactul psihologic** asupra pacientului și familiei acestuia în urma unui tratament adecvat ce duce la scăderea complicațiilor asociate.

Scolioza congenitală rămâne un capitol vast, ce necesită continuă studiere și analiză privind variantele de tratament personalizate fiecărui tip de malformație în parte.

Studiarea celorlalte forme de scolioză congenitală și a tratamentului necesar, în special a celor prin defect mixt, atât de formare cât și de segmentare, reprezintă o temă ce necesită să fie aprofundată, eventual printr-un studiu postdoctoral.

Bibliografie

1. Wiggins, G. C., Shaffrey, C. I., Abel, M. F., & Menezes, A. H. (2003). Pediatric spinal deformities. *Neurosurgical Focus*. <https://doi.org/10.3171/foc.2003.14.1.4>
2. Behrooz A. Akbarnia, Muharrem Yazici, George H. Thompson (2011), *The Growing Spine, Management of Spinal Disorders in Young Children*, Springer
3. Yang, S., Andras, L. M., Redding, G. J., & Skaggs, D. L. (2016). Early-Onset Scoliosis: A Review of History, Current Treatment, and Future Directions. *Pediatrics*. <https://doi.org/10.1542/peds.2015-0709>
4. Tikoo, A., Kothari, M. K., Shah, K., & Nene, A. (2017). Current Concepts - Congenital Scoliosis. *The Open Orthopaedics Journal*. <https://doi.org/10.2174/1874325001711010337>
5. Marco Crostelli, Osvaldo Mazza, Massimo Mariani, Posterior approach lumbar and thoracolumbar hemivertebra resection in congenital scoliosis in children under 10 years of age: results with 3 years mean follow up; Received: 25 November 2011 / Revised: 28 March eur spine J 2014 23:209–215
6. Bollini, G., Docquier, P. L., Viehweger, E., Launay, F., & Jouve, J. L. (2006). Lumbosacral hemivertebrae resection by combined approach: Medium- and long-term follow-up. *Spine*. <https://doi.org/10.1097/01.brs.0000217616.17692.a0>
7. Batra, S., & Ahuja, S. (2008). Congenital scoliosis: Management and future directions. *Acta Orthopaedica Belgica*.
8. John Anthony Herring, Tachdjian's pediatric orthopaedics, fifth edition, Elsevier, 2014
9. KING, J. D., & LOWERY, G. L. (1991). Results of Lumbar Hemivertebral Excision for Congenital Scoliosis. *Spine*. <https://doi.org/10.1097/00007632-199107000-00016>
10. Ruf, M., & Harms, J. Hemivertebra resection by a posterior approach: Innovative operative technique and first results. *Spine*, 2002, <https://doi.org/10.1097/00007632-200205150-00020>
11. Hong, J. Y., Suh, S. W., Tr, E., Hong, S. J., Yoon, Y. C., & Kang, H. J. (2013). Clinical anatomy of vertebrae in scoliosis: Global analysis in four different diseases by multiplanar reconstructive computed tomography. *Spine Journal*. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2013.06.047>

12. Saito, T., Kawakami, N., Tsuji, T., Ohara, T., Suzuki, Y., Nohara, A., Kawakami, K. (2018). Three-Dimensional Analysis of Hemimetameric Segmental Shift in Congenital Scoliosis. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. <https://doi.org/10.1097/BPO.0000000000000784>
13. Thirumala, P. D., Bodily, L., Tint, D., Ward, W. T., Deeney, V. F., Crammond, D. J. Balzer, J. R. (2014). Somatosensory-evoked potential monitoring during instrumented scoliosis corrective procedures: Validity revisited. *Spine Journal*. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2013.09.035>
14. Obeid, I., Bourghli, A., & Vital, J. M. (2013). Thoracic hemivertebra resection by posterior approach for congenital scoliosis. *European Spine Journal*. <https://doi.org/10.1007/s00586-013-2684-x>
15. **R.A. Tutunaru**, S.T. Gavrilu, Gh. Popescu, (2018), Rezecția hemivertebrei – tehnică chirurgicală, Revista Medicală Română, Volum LXV, nr. 3
16. Congenital Spinal Deformity*1, ROBERT B. WINTER, JOHN E. LONSTEIN, AND OHENEBA BOACHIE-ADJEI, An Instructional Course Lecture, The American Academy of Orthopaedic Surgeons, THE JOURNAL OF BONE AND JOINT SURGERY, VOL. 78-A, NO. 2, FEBRUARY 1996
17. Doi, T., Harimaya, K., Mitsuyasu, H., Matsumoto, Y., Masuda, K., Kobayakawa, K., & Iwamoto, Y. (2011). Right thoracic curvature in the normal spine. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*. <https://doi.org/10.1186/1749-799X-6-4>
18. McMaster, M. J., & Ohtsuka, K. (1982). The natural history of congenital scoliosis. A study of two hundred and fifty-one patients. *Journal of Bone and Joint Surgery - Series A*. <https://doi.org/10.2106/00004623-198264080-00003>
19. Beals, R. K., Robbins, J. R., & Rolfe, B. (1993). Anomalies associated with vertebral malformations. *Spine*. <https://doi.org/10.1097/00007632-199308000-00012>
20. **R.A. Tutunaru**, S.T. Gavrilu, Gh. Popescu, (2018), Scolioza congenitală exotică – efectele artrodezei precoce, Revista Medicală Română, Volum LXV, nr. 1
21. Li, X., Luo, Z., Li, X., Tao, H., Du, J., & Wang, Z. (2008). Hemivertebra resection for the treatment of congenital lumbar spinal scoliosis with lateral-posterior approach. *Spine*. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e31817d1d29>
22. Woo, E. J., & DiCuccio, M. N. (2018). Clinically significant pedicle screw malposition is an underestimated cause of radiculopathy. *Spine Journal*. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2017.11.006>

Listă cu lucrări științifice publicate

Articole publicate în reviste de specialitate:

1. **R.A. Tutunaru**, S.T. Gavrilu, Gh. Popescu, (2018), Scolioza congenitală exotică – efectele artrodezei precoce, Revista Medicală Română, Volum LXV, nr. 1, an 2018;
2. **R.A. Tutunaru**, S.T. Gavrilu, Gh. Popescu, (2018), Rezecția hemivertebrei – tehnică chirurgicală, Revista Medicală Română, Volum LXV, nr. 3, an 2018;

Lucrări prezentate la manifestări științifice organizate de asociații profesionale naționale:

1. Cindea CM, Japie EM, Hamei S, **Tutunaru RA**, Vlad C, Gavrilu TS Transpedicular screws in spine surgery – advantages and disadvantages. The XVII National Congress of Orthopaedics and Traumatology, 18-21 October 2017, Timisoara (ASORIS pag. 147, ISSN:1454-6213);
2. **Tutunaru RA**, Hamei SA, Simion C, Vieru D, Gavrilu S. Scoliozele congenitale exotice – efectele fuziunii precoce. Conferința SORTOP 2018, 28-30 martie 2018, Rin Grand Hotel, București;
3. Simion C, **Tutunaru RA**, Hamei SA, Vieru D, Gavrilu ST. Metode ce permit creșterea spinală în scoliozele cu debut precoce – experiența noastră. Conferința SORTOP 2018, 28-30 martie 2018, Rin Grand Hotel, București;
4. Cindea CM, Japie EM, Hamei SA, **Tutunaru RA**, Vlad C, Gavrilu S. Pedicular screws instrumentation in the correction of adolescent idiopathic scoliosis. Annual Meeting WOFAPS, 6-9 Iunie 2018, București;
5. **Tutunaru RA**, Popescu Gh, Japie EM, Vieru D, Simion C, Gavrilu S. Congenital scoliosis. Diagnosis and treatment options by hemivertebra resection and segmental fusion. Annual Meeting WOFAPS, 6-9 Iunie 2018, București;
6. Cîndea CM, Japie EM, **Tutunaru RA**, Vlad C, Gavrilu S. Actual trends in the treatment of spinal deformities. The National Conference of Orthopaedics and Traumatology, 3rd-5th October 2018, Sibiu;
7. **Raluca Tutunaru**, Rezecția hemivertebrei și fuziunea segmentală spinală în scoliozele congenitale, Al IV-lea Congress al Clubului Regal al Medicilor, 11-13 Octombrie, București.