

ADOLESCENTNA IDIOPATSKA SKOLIOZA: KIRURŠKO ZDRAVLJENJE IN POOPERATIVNA REHABILITACIJA

ADOLESCENT IDIOPATHIC SCOLIOSIS: SURGERY AND POST-OPERATIVE REHABILITATION

Dejan Čeleš¹, dr. med., spec. ortoped., Marina Rojc¹, dr. med., spec. fiz. med. in rehab., Sara Čeleš², mag. prof. lik. ped., asist. dr. Janez Mohar^{1,3}, dr. med., spec. ortoped.

¹ Ortopedska bolnišnica Valdoltra

² Naravoslovnotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani

³ Katedra za ortopedijo, Medicinska fakulteta, Univerza v Ljubljani

POVZETEK

Idiopatska skolioza (IS) je najpogostejša otroška strukturna deformacija hrbtenice, ki jo diagnosticiramo na podlagi merjenja Cobbovega kota (CK) na posteroanteriornem rentgenskem posnetku celotne hrbtenice, kadar je le-ta večji od 10 stopinj in je ob tem pridružena rotacija vretenc na vrhu krivine. Zdravljenje je konservativno (opazovanje, za skoliozo specifične fizioterapevtske vaje, ortoza za hrbtenico ter kirurško) in odvisno od velikosti CK. V članku je predstavljen postopek kirurškega zdravljenja in rehabilitacija pacientov po kirurškem posegu.

Ključne besede:

idiopatska skolioza; kirurško zdravljenje; rehabilitacija

ABSTRACT

Idiopathic scoliosis (IS) is the most common paediatric form of structural spinal deformities; it is diagnosed by measuring the Cobb angle (CA) on a posteroanterior radiograph of the whole spine when CA is 10 degrees or higher and vertebral rotation on the apex of the curve can be recognised. Treatment is conservative (observation, scoliosis-specific physiotherapy exercises, spinal orthosis and surgery) and depends on the magnitude of the CA. The article presents the surgical treatment and rehabilitation of patients after surgery.

Key words:

idiopathic scoliosis; surgical treatment; rehabilitation

UVOD

Idiopatska skolioza (IS) je najpogostejša otroška strukturna deformacija hrbtenice, ki jo diagnosticiramo na podlagi merjenja Cobbovega kota (CK) na posteroanteriornem rentgenskem posnetku, kadar je le-ta večji od 10° in je ob tem pridružena rotacija vretenc na vrhu krivine. Med IS je najpogostejša adolescentna IS (AIS), ki se v splošni populaciji pojavlja v 2 % do 3 % in je pogostejša pri dekletih ter se običajno razvije med 11. in 14. letom. Etiologija bolezni je neznana. Splošno sprejeto dejstvo je, da je IS večfaktorska bolezen in zanjo ne obstaja en sam vzrok (1). Zdravljenje je konservativno in kirurško.

Cilji konservativnega in kirurškega zdravljenja pacientov z IS so:

1. zaustaviti napredovanje krivine v puberteti (ali krivino celo zmanjšati),
2. preprečiti okvaro dihalne funkcije (restriktivna pljučna bolezen),
3. preprečiti ali zdraviti bolečinske sindrome,
4. izboljšati simetrijo (s korekcijo drže),
5. doseganje stabilne kostne zatrditve ob korekciji deformacije in
6. ohranjanje nevrološke integritete (1).

Kirurško zdravljenje

Določanje absolutnega CK za odločitev o kirurškem zdravljenju je zaradi napak, ki nastanejo pri meritvi le-tega, vprašljivo, obstaja pa z dokazi podprt interval med 40° in 50° ob končani skeletni rasti, pri katerem se tako zdravljenje svetuje. Namen kirurškega zdravljenja je zaustavitev napredovanja krivin v odrasli dobi, do česar pride pri doseženem CK 50° in več ob koncu rasti (2). Krivine pri IS, pri katerih je potrebno kirurško zdravljenje, delimo na blage (do 60° CK), zmerne (60° do 80°) in hude (nad 80°). Z razvojem kirurških tehnik in uporabo modernih vsadkov je kirurško zdravljenje doseglo stopnjo skorajšnje popolne korekcije krivin, s čimer želimo doseči čim manjšo stopnjo okvare ob ohranitvi funkcionalnih ledvenih gibljivih segmentov (1).

Sistemi za razvrščanje oblik krivin

Ključ do uspešnega izida kirurškega zdravljenja IS je načrtovanje izbora ravni, ki jih zajamemo v konstrukt notranjega fiksaterja. S tem namenom so se skozi čas razvili različni sistemi za razvrščanje.

Prvi sistematični sistem za razvrščanje je opisal John R. Cobb leta 1948, pri tem pa uporabil izraze, kot so večja krivina, manjša krivina, strukturna krivina, tip skolioze. Ti termini še danes služijo kot osnova v moderni klasifikaciji po Lenkeju (3). Leta 1983 je

Howard A. King objavil sistem, ki je krivine razdelil na pet tipov. Največji prispevek tega sistema je določitev meril za selektivno torakalno zatrditev, ki je omogočila popravo ledvene krivine na račun kompenzacije, s tem pa ohranitev gibljivosti ledvene hrbtenice (4). King je s sodelavci predstavil koncept stabilnega vretenca, ki je najbolj proksimalno vretenca, ki ga preseka centralna križnična navpičnica (*angl.* central sacral vertical line, CSVL) (4). Doba moderne kirurgije za obvladovanje AIS se je pričela s sistemom razvrščanja Lawrenca Lenkeja leta 2001 (3).

Večja krivina, merjena po Cobbu, je vedno strukturna. Manjše krivine so lahko strukturne ali nestrukturne. Nestrukturna krivina pomeni, da je gibljivost na funkcionalnem rentgenskem posnetku manjša od 25° ali da je kifoza med Th5 in Th12 manjša kot 20°. S pomočjo te opredelitve lahko AIS deformacije razvrstimo v šest razredov (Tabela 1). Sistem za razvrščanje po Lenkeju pozna še dva modifikatorja. Ledveni modifikator (A, B ali C) je opredeljen glede na odnos CSVL do apikalnega vretenca ledvene krivine. O modifikatorju A govorimo, ko je CSVL črta med pedikli apikalnega ledvenega vretenca; o modifikatorju B, če se črta CSVL dotakne pedikla na apikalnem ledvenem vretencu; o modifikatorju C, če se CSVL črta ne dotakne pedikla ali apikalnega ledvenega vretenca. Sagitalni torakalni modifikator je opredeljen kot: normalen pri kifozi T5-T12, ki meri 10-40°, negativen pri kifozi, ki meri manj od 10° ter pozitiven pri kifozi, ki meri več kot 40° (4).

Tabela 1. Izbor zatrditvenih ravni na podlagi sistema za razvrščanje po Lenkeju.

Table 1. Selection of fusion segments according to the Lenke classification system.

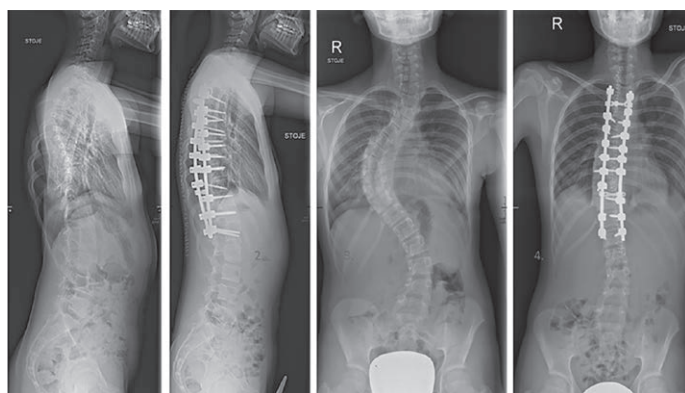
	proksimalna torakalna	glavna torakalna	torakolumbarna/lumbarna	UIV	LIVscv1AB	LIV csv 1C
Lenke TIP 1 – glavna torakalna krivina	nestrukturna	strukturna X	nestrukturna	n T3, d T4-5, l T2	CSVL presekano vretence	T11-L1 oz. stabilno vretence ALI ←
Lenke TIP 2 – dvojna torakalna krivina	strukturna	strukturna X	nestrukturna	n T2-3, d T3-4, l T2	CSVL presekano vretence	T11-L1 oz. stabilno vretence ALI ←
Lenke TIP 3 – dvojna glavna krivina	nestrukturna	strukturna X	strukturna	n T3, d T4-5, l T2	L 3-4	T11-L1 oz. stabilno vretence ALI ←
Lenke TIP 4 – trojna glavna krivina	strukturna	strukturna X	strukturna X	n T2-3, d T3-4, l T2	L 3-4	T11-L1 oz. stabilno vretence ALI ←
Lenke TIP 5 – torakolumbarna/lumbarna krivina	nestrukturna	nestrukturna	strukturna X	n, d in l končno vretence	L 3-4	L3-4
Lenke TIP 6 – torakolumbarna/lumbarna-glavna torakalna krivina	nestrukturna	strukturna	nestrukturna X	n T3, d T4-5, l T2	L 3-4	L 3-4

Legenda: CSVL - centralna križnična navpičnica; CSVL - presekano vretence: najbolj kranialno vretence presekano s CSVL, ki je hkrati nevtralno v rotaciji; UIV - zgornje instrumentirano vretence; LIV - spodnje instrumentirano vretence; n - nevtralno; d - desno; l - levo; stabilno vretence - vretence presekano s CSVL; končno vretence: najbolj nagnjeno vretence; X - glavna krivina

Sistem za razvrščanje po Lenkeju (Tabela 1) je celovit (z njim lahko opišemo vse tipe krivin), dvodimenzionalen, zanesljiv, z odlično intra- ter interopazovalno ponovljivostjo, objektivni, praktičen ter orientiran h kirurškemu zdravljenju (5).

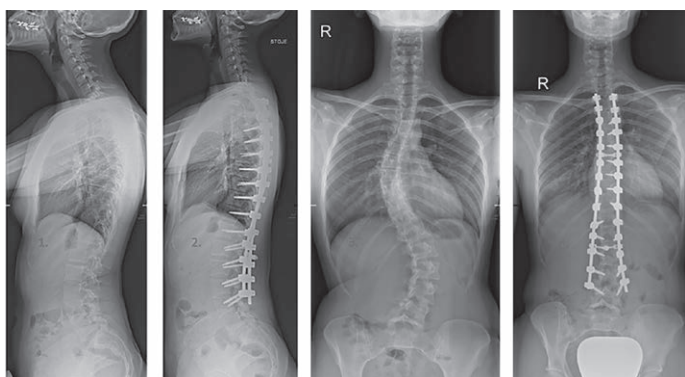
Izbor ravni kostne zatrditve hrbtenice

Pomembna lastnost sistema za razvrščanje po Lenkeju je, da usmerja kirurško zdravljenje. Od razvoja leta 2001 pa vse do danes so na podlagi le-tega razvijali priporočila, kako in katere ravni vključiti v korekcijo in kostno zatrditev. Vse tipe krivin po Lenkeju se zdravi kirurško z zadajšnjim pristopom in notranjim fiksaterjem, pri TIP-u 1 in TIP-u 5 pa je mogoč tudi sprednji pristop (3). Cilje kirurškega zdravljenja AIS želimo doseči z vključitvijo čim manj gibljivih segmentov v zatrditveni konstrukt. Najpogostejši vzorec AIS je Lenke TIP 1 krivina s kompenzatorno ledveno krivino. Tovrstno zatrditev imenujemo selektivna torakalna zatrditev (Slika 1).



Slika 1. Selektivna torakalna korekcija in zatrditev Lenke 1BN krivine od Th3-L1 (1. stranski profil pred operacijo, 2. stranski profil po operaciji, 3. frontalni profil pred operacijo, 4. frontalni profil po operaciji).

Figure 1. Selective thoracic correction and fusion Lenke 1BN curve from Th3-L1 (1. sagittal profile before surgery, 2. sagittal profile after surgery, 3. frontal profile before surgery, 4. frontal profile after surgery).



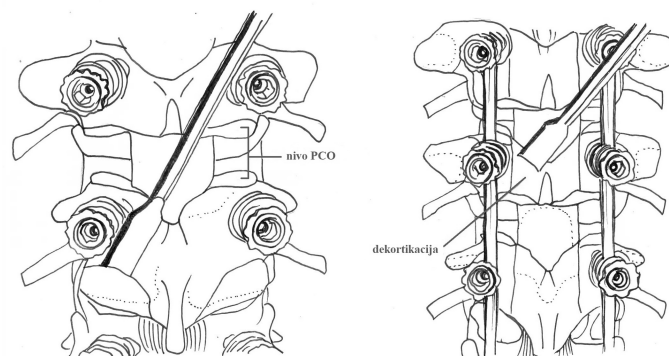
Slika 2. Torakolumbalna korekcija in zatrditev Lenke 5CN krivine od Th3-L4 (1. stranski profil pred operacijo, 2. stranski profil po operaciji, 3. koronalni profil pred operacijo, 4. koronalni profil po operaciji)

Figure 2. Thoracolumbar correction and fusion Lenke 5CN curve from Th3-L4 (1. sagittal profile before surgery, 2. sagittal profile after surgery, 3. frontal profile before surgery, 4. frontal profile after surgery)

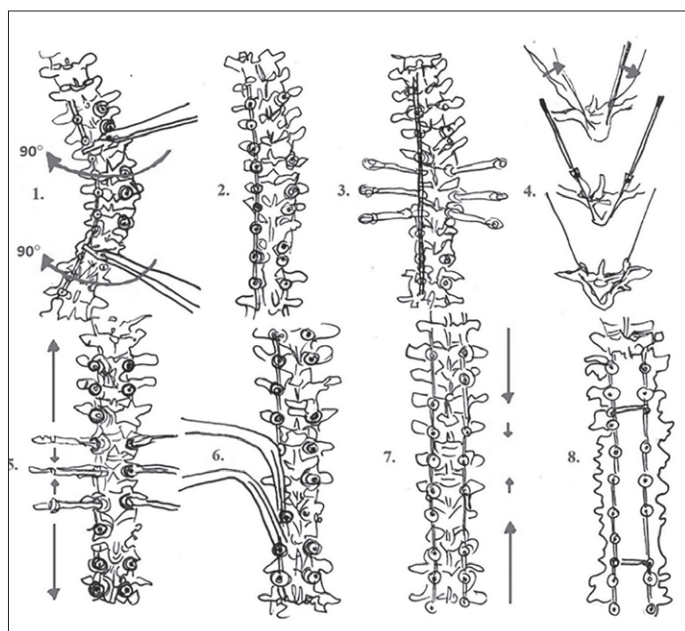
V primeru, da je manjša krivina strukturna, je potrebno v zatrditev vključiti tudi to (Lenke TIP 3, 4, 6 krivine) (Slika 2). Prednosti selektivne torakalne kostne zatrditve so: ohranjena gibljivost ledvene hrbtenice, manj bolečin na preostalih ledvenih segmentih, dolgoročno boljše zdravje hrbtenice ter krajši in manj zahteven kirurški poseg. Slabosti selektivne torakalne zatrditve so: manjša poprava frontalne krivine, večje tveganje za dekompenzacijo trupa (6). Tabela 1 prikaže izbor ravni glede na položaj ramen (zgornje instrumentirano vretence, *angl.* Upper Instrumented Vertebra, UIV) ter položaj CSVL (spodnje instrumentirano vretence, *angl.* Lower Instrumented Vertebra, LIV) (7).

Kirurška poprava

Dobo moderne posteriorne kirurške poprave in kostne zatrditve je omogočil razvoj tehnologije vsadkov. Zlati standard operacij skolioze je posteriorna poprava. Pogoji za doseg kirurških ciljev je solidna kostna zatrditev hrbtenice na gibljivih segmentih, zajetih v popravo. Po kirurškem pristopu do kostnih struktur sledi vstavljanje implantatov (transpedikularni vijaki, kljukice, sublamarni trakovi). Pri kirurški popravi sledimo konceptu notranjega fiksacijskega konstrukta, ki kostna prijemališča na vretencih poveže na palice. Sledi sproščanje krivine, ki je lahko mehko tkivno ali kostno. Pri večji krivini in togosti krivine so včasih potrebne tudi osteotomije (*angl.* Posterior Column Osteotomy, PCO) (Slika 3), kjer se prekine posteriorno celovitost hrbteničnega segmenta (odstranitev spinoznega procesusa, interspinoznega ligamenta, pars interarticularisa obojestransko, spodnjega artikularnega nastavka zgornjega vretenca obojestransko ter ligamentum flavuma) (Slika 3). Pri močno rigidnih krivinah je potrebno izvesti osteotomije vseh treh stabilizacijskih stebrov hrbtenice (celotno telo in posteriorni elementi vretenca), t. i. TCO (*angl.* Three Column Osteotomy). Po vstavitvi vsadkov in sproščanju sledijo korekcijski manevri. Na Sliki 4 je prikazan primer poprave desne torakalne krivine. Pri kirurški popravi uporabljamo različne metode v različnem zaporedju. Uporabljamo »en-bloc« derotacijo, segmentno derotacijo, translacijo, kompresijo/distrakcijo, krivljenje palic v stranski in frontalni ravnini, izravnavo končnih vretenc. Pred koncem opravimo še dekortikacijo posteriornih elementov vretenc ter na njih presadimo kostni presadek (avto/alo -graft) (8).



Slika 3. PCO – osteotomija zadajšnjega hrbteničnega stebra.
Figure 3. PCO – posterior column osteotomy.



Slika 4. Korekcija krivine; 1. derotacijski maneuver, 2. delna korekcija, 3. in 4. segmentna derotacija vretenca, 5. distrakcija na konkaviteti krivine, 6. in situ krivljenje palice, 7. kompresija na konveksiteti krivine, 8. stanje po transplantaciji kostnega presadka.

Figure 4. Curve correction; 1. derotation maneuver, 2. partial correction, 3. and 4. segmental derotation of vertebrae, 5. distraction on the concavity of the curve, 6. in situ bending of the rod, 7. compression on the convexity of the curve, 8. condition after transplantation of a bone graft.

Nevromonitoring

Celoten kirurški poseg poteka pod stalnim nadzorom nevroloških funkcij (t.i. nevromonitoring). Ves čas preverjamo potenciale iz vijakov, prožimo motorične evocirane potenciale (MEP), somatosenzorične evocirane potenciale (SSEP) ter izvajamo prosto elektromiografijo (fEMG) za spodnje ude, trebuh, prsni koš ter zgornje ude. Gre za multimodalni pristop. Nevromonitoring je pri vseh kirurških manevrih ključen, saj lahko v primeru izpada funkcije živčevja sile, prenesene na palice, preprosto popustimo ter s tem izničimo učinek korekcijskih manevrov z namenom povrnitve potencialnega izpada funkcije živčevja (9).

Zapleti

Zaplete lahko delimo na kirurške in nekirurške. Najpogostejši kirurški zapleti so lahko med samim kirurškim posegom ali po njem (vnetje rane, fenomen dodajanja krivine (*angl.* adding on phenomena), fenomen ročične gredi (*angl.* Crakshaft Phenomena), proksimalna junkcijska kifoza (*angl.* Proximal Junctional Kyphosis, PJK), distalna junkcijska kifoza (*angl.* Distal Junctional Kyphosis, DJK), pomik trupa (*angl.* truncal shift), zlom osteosintetskega materiala, psevdartroza ...). Najpogostejši sistemski zapleti so globoka venska tromboza (GVT), pljučna embolija, pljučnica ter pnevmotoraks (10, 21).

Po podatkih Harms Study Group je od 1.800 pacientov z AIS, kirurško zdravljenih s posteriornim pristopom, 13,5 % utrpelo

enega od sistemskih zapletov (bolečina v hrbtu 4,31 %, GVT 0,07 %). Težave s osteosintetskim materialom je utrpelo 5,11 % pacientov. Psevdartroza je pri AIS redka s pojavnostjo 0,44 %. Plevralni izliv se pojavi pri 4,02 %, nepredihanost - atelektaza pri 4,67 %. Nevrološki zapleti celokupno znašajo 5,33 % (poškodba hrbtenjače 0,07 %, motnje občutenja 3,29 %, motnje v funkciji gibanja 0,36 %). Okužba rane se pojavi pri 0,66 % (21).

PJK in DJK (*angl.* Proximal Junctional Failure, PJK in Distal Junctional Failure, DJK) sta radiološki najdbi, ki se lahko pojavita po kostni zatrditvi hrbtenice v predelu med negibljivim instrumentiranim predelom in preostalim gibljivim delom hrbtenice. PJK je opredeljena kot 10° ali več kifoze prehodnega segmenta ali vsaj 10° povečanje glede na stanje pred kirurškim posegom. Niti PJK niti DJK nista pogoj za revizijski poseg. Le-ta se izvede v primeru zloma vretenca nad zatrditvijo, subluksacije, propada instrumentacije (zlom ali premik osteosintetskega materiala), novonastalega nevrološkega izpada ter večanja deformacije, kar opredelimo kot proksimalni in distalni junkcijski propad (11, 12).

Fenomen ročične gredi je pojav napredujoče rotacijske in kotne deformacije, ki se lahko zgodi po posteriorni zatrditvi. Pojav pri skeletno nezrelih pacientih gre na račun še prisotne rasti sprednjih elementov hrbtenice po posteriorni zatrditvi (13). Fenomen dodajanja krivine nastane najpogosteje po selektivni torakalni zatrditvi kot posledica vključitve premalo ravni v konstrukto (14).

PJK, DJK, fenomena ročične gredi in dodajanja krivine se v primeru potrebnega revizijskega posega rešujeta s podaljšavo konstrukta in dodatnimi korekcijskimi manevri. Okvara živčevja lahko nastane ob uvajanju implantatov, sproščanju ali ob korekcijskih manevrih. Z namenom večje varnosti pacientov uporabljamo kontrolni seznam ukrepov v primeru zaznanih motenj v delovanju živčevja.

Rehabilitacija

Za paciente se po kirurškem zdravljenju začne obdobje intenzivne rehabilitacije. Primarni cilj akutne rehabilitacijske obravnave v bolnišnici je zagotoviti varen odpust v domačo oskrbo. Da bi dosegli le-to, je potrebna multidisciplinarna obravnava s strani zdravnikov, osebja zdravstvene nege, fizioterapevtov, pacienta in njegove družine.

Cilji zgodnjega obdobja po kirurškem posegu so spremljanje hemodinamskega statusa, nadzor bolečine, oskrba kirurške rane, drenov, katetrov, zagotovitev normalnih telesnih funkcij (odvajanje urina in blata), vstajanje iz postelje, hoja po ravnem in stopnicah, samostojno in varno izvajanje osnovnih aktivnosti dnevnega življenja.

Po protokolu pacienti prvi dan po operaciji vstanejo in hodijo po ravnih površinah na kratke razdalje. Urinski kateter se običajno odstrani 1. ali 2. dan po kirurškem posegu.

Drugi do tretji dan po posegu pacienti hodijo po stopnicah. V času hospitalizacije pacienti pod nadzorom fizioterapevta iz-

vajajo dihalne vaje z namenom izboljšanja predihanosti pljuč, izboljšanja gibljivosti prsnega koša in preprečevanja zapletov (atektaze) (15), vaje za nadzor gibanja trupa ter vadba hoje. V domačo oskrbo so odpuščeni 7. do 10. dan.

Pred odpustom opravimo rentgensko slikanje celotne hrbtenice v postero-anteriorni in stranski projekciji, s katerim preverimo, ali je položaj osteosintetskega materiala pravilen. Če je potrebno, predpišemo ortoza za hrbtenico, ki jo pacienti običajno nosijo pri hoji in dnevnih aktivnostih do prvega kontrolnega pregleda pri kirurgu (običajno po 6 mesecih).

Cilj rehabilitacije pacientov po kirurškem zdravljenju in odpustu domov je čim prejšnja vrnitev k vsem aktivnostim dnevnega življenja, izboljšanju mišične moči in samozavesti. Aktivnosti se stopnjujejo glede na celjenje rane, stopnjo bolečine in preraščanjem operiranega dela hrbtenice.

Kot posledica kirurškega posega v področju paraspinalnih mišic in zatrditve hrbtenice imajo lahko pacienti zmanjšan obseg gibov v hrbtenici in spremenjeno funkcijo mišic. Zato prihaja do prilagoditvenih sprememb pri nekaterih aktivnostih, do povečane obremenitve mišic na spodnjih udih, kot prilagoditev na šibkejšje paraspinalne mišice pri prepogibanju (16). Zato mora biti vadba po kirurškem posegu usmerjena v pridobivanje mišične moči paraspinalnih mišic; pozornost je potrebno nameniti izgubi fleksibilnosti hrbtenice in prilagoditvenim spremembam na spodnjih udih. Smiselno je, da je vadba usmerjena tudi v vadbo za izboljšanje ravnotežja, spretnosti in hoje (17).

Tarrant je s sodelavci poročal, da je mediani čas vračanja v šolo 10 tednov, pri čemer se je 77 % vseh pacientov k običajnim šolskim aktivnostim vrnilo po 16 tednih. Daljši čas vračanja k šolskim aktivnostim lahko pričakujemo pri mladostnikih s krivino, ki je bila pred kirurškim zdravljenjem večja od 70°, pri mladostnikih, ki so po kirurškem posegu izgubili več kot 5 kg telesne teže in pri pacientih z zapleti na področju funkcije dihal (18). Vrnitev v šolo svetujemo osem tednov po kirurškem posegu.

Koliko časa bo minilo do vrnitve k športnim aktivnostim, je odvisno od navodil posameznega kirurga. Raziskava med kirurgi, specializiranimi za posege na hrbtenici, je pokazala, da 43 % vprašanih svetuje nizkointenzivne, nekontaktne športe (npr. tenis, tek, plavanje) šest mesecev po kirurškem posegu. Več kot polovica (60 %) jih dovoli vračanje h kontaktnim športom (kot sta nogomet, košarka) po 12 mesecih, medtem ko jih 11 % to odsvetuje, 2 % pa celo prepoveduje. Šestdeset odstotkov kirurgov odsvetuje ali prepoveduje kakršno koli ukvarjanje z močno kontaktnimi športi (hokej na ledu, ameriški nogomet, gimnastika). Najpogostejši športi, ki jih kirurgi odsvetujejo, so nogomet, gimnastika, skakanje na trampolinu, skoki s padalom (19).

Naša priporočila so, da prvih šest mesecev po kirurškem zdravljenju odsvetujemo športne aktivnosti. Po odpustu iz bolnišnice svetujemo redno vsakodnevno izvajanje vaj za nadzor drže in gibanja trupa, po navodilih ob odpustu, hojo, vožnjo sobnega kolesa, po zacelitvi rane tudi hrbtno plavanje. Po šestih mesecih,

po kontrolnem pregledu pri kirurgu, če je prišlo do preraščanja zatrditve in ni več prisotnih bolečin, lahko pričnejo tudi z ostalimi športi, odsvetujemo pa visokokontaktne športe.

Fabricant s sodelavci je retrospektivno analiziral kohorto 42 pacientov, ki so imeli narejeno posteriorno zatrditev hrbtenice zaradi IS. Povprečna starost kohorte je bila $15,0 \pm 1,7$ leta, povprečna velikost krivine pred kirurškim zdravljenjem je bila 58 ± 9 stopinj, povprečen čas od posega do vrnitve k športnim aktivnostim je bil $7,4 \pm 3,4$ meseca. Petindvajset pacientov (59 %) se je vrnilo k športnim aktivnostim na enaki ravni ali še z večjo intenzivnostjo kot pred kirurškim zdravljenjem, sedem jih je moralo spremeniti svoje aktivnosti. Pacienti, ki se niso vrnilo k običajnim športnim aktivnostim, so kot razlog navajali izgubo prožnosti in bolečino v hrbtnu. Ti pacienti so bili po Lenkejevi klasifikaciji razvrščeni v višji tip krivine in zatrditev nižjih ravneh hrbtenice. V raziskavi avtorji še navajajo, da se je k običajnim športnim aktivnostim vrnilo 73 % vseh pacientov, z distalno zatrditvijo Th12, medtem ko se je k običajnim aktivnostim lahko vrnilo le 20 % vseh, ki so imeli narejeno zatrditev na ravni L4. Nihče od udeleženi v raziskavi ni poročal o kirurških zapletih po vključitvi v športne aktivnosti, kar dokazuje, da je izvajanje športnih aktivnosti varen in realen cilj rehabilitacije po operaciji. So pa pri nekaterih pacientih potrebne določene prilagoditve športne aktivnosti, glede na kompleksnost krivine (20, 21).

Zaključek

IS je najpogostejša deformacija hrbtenice pri otrocih in mladostnikih, ki potrebuje zdravljenje. V primeru manjših krivin je zdravljenje konzervativno, v primeru neuspešnega zdravljenja s progresijo krivine je potrebno kirurško zdravljenje za korekcijo krivine in kostna zatrditev hrbtenice. Za uspešen izid kirurškega zdravljenja je potrebno dobro načrtovanje posega z izbiro zatrditvenih segmentov ter korekcijskih manevrov in sledenje uveljavljenim smernicam. Skrbna kirurška tehnika služi kot osnovni pogoj za ohranjanje nevrološke integritete. Usklajena, akutna multidisciplinarna obravnava pacientov po kirurškem zdravljenju omogoča stroškovno učinkovit, varen in hiter odpust v domačo oskrbo ter takojšen pričetek rehabilitacije. Pooperativna rehabilitacija zagotavlja vrnitev k aktivnostim dnevnega življenja in vračanju k športnim aktivnostim.

Literatura:

1. Rojc M, Mohar J, Pertot Udovčić A. Adolescentna idiopatska skolioza. Rehabilitacija. 2021;20(2):86–93.
2. Lenke LG. Lenke classification system of adolescent idiopathic scoliosis: treatment recommendations. Instr Course Lect. 2005;(54):537–42.
3. Clements DH, Pathys JM, Cahill P. Classification of adolescent idiopathic scoliosis for surgical intervention. In: Newton PO, ed. Idiopathic scoliosis: the Harms Study Group treatment guide. New York: Thieme; 2010:101–7.
4. King HA, Moe JH, Bradford DS, WR. The selection of fusion levels in thoracic idiopathic scoliosis. J Bone Jt Surg Am. 1983;65:1302–13.

5. Kim HJ, de Kleuver M, Keith L. Lenke classification. AO Surgery reference. Dostopno na: <https://surgeryreference.aofoundation.org/spine/deformities/adolescent-idiopathic-scoliosis/further-reading/lenke-classification> (citirano 28. 10. 2022).
6. Sucato DJ. Selective versus nonselective surgery for adolescent idiopathic scoliosis. In: Newton PO, et al., eds. *Idiopathic scoliosis: the harms study group treatment guide*. New York: Thieme; 2010:136–49.
7. Kim HJ, de Kleuver M, Keith L. Selection of fusion level. AO Surgery reference. Dostopno na: <https://surgeryreference.aofoundation.org/spine/deformities/adolescent-idiopathic-scoliosis/further-reading/selection-of-fusion-level> (citirano 9. 11. 2022).
8. Kim HJ, de Kleuver M, Luk K. Posterior screws - with direct vertebral body derotation. AO Surgery Reference. Dostopno na: <https://surgeryreference.aofoundation.org/spine/deformities/adolescent-idiopathic-scoliosis/lenke-1/posterior-screws-with-direct-vertebral-body-derotation> (citirano 9. 11. 2022).
9. Laratta JL, Ha A, Shillingford JN, Makhni MC, Lombardi JM, Thuet E, et al. Neuromonitoring in spinal deformity surgery: a multimodality approach. *Global Spine J*. 2018; 8(1):68–77.
10. Hwang H, Macagno A, Gupta MC, O'Brien MF. Complications in surgery for spinal deformity. In: Newton PO, et al., eds. *Idiopathic scoliosis: the harms study group treatment guide*. New York: Thieme; 2010: 284–322.
11. Ameri E, Behtash H, Mobini B, Ghandhari H, Vahid Tari H, Khakinahad M. The prevalence of distal junctional kyphosis following posterior instrumentation and arthrodesis for adolescent idiopathic scoliosis. *Acta Med Iran*. 2011;49(6):357–63.
12. Ogura Y, Glassman SD, Sucato D, Hresko MT, Carreon LY. Incidence of proximal junctional kyphosis with pedicle screws at upper instrumented vertebrae in posterior spinal fusion for adolescent idiopathic scoliosis. *Glob Spine J*. 2021;11(7):1019–24.
13. Murphy RF, Mooney JF. The Crankshaft phenomenon. *J Am Acad Orthop Surg*. 2017; 25(9):e185–e193.
14. Qin X, Xia C, Xu L, Sheng F, Yan H, Qiu Y, et al. Natural history of postoperative adding-on in adolescent idiopathic scoliosis: what are the risk factors for progressive adding-on? *Biomed Res Int*. 2018:3247010.
15. Dogar F, Argun M, Erdem S, Gurbuz K, Argun AS, Kafadar IH. Clinical and radiological results of surgically treated patients with adolescent idiopathic scoliosis and the effects of pulmonary rehabilitation on respiration functions. *Medicine (Baltimore)*. 2021; 100(7):e24675.
16. Wang TY, Pao JL, Yang R Sen, Jang JSR, Hsu WL. The adaptive changes in muscle coordination following lumbar spinal fusion. *Hum Mov Sci*. 2015;40:284–97.
17. Kakar RS, Simpson KJ, DAS BM, Brown CN. Review of physical activity benefits and potential considerations for individuals with surgical fusion of spine for scoliosis. *Int J Exerc Sci*. 2017;10(2):166–
18. Tarrant RC, O'Loughlin PF, Lynch S, Queally JM, Sheeran P, Moore DP, et al. Timing and predictors of return to short-term functional activity in adolescent idiopathic scoliosis after posterior spinal fusion: a prospective study. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2014; 39(18):1471–8.
19. Rubery PT, Bradford DS. Athletic activity after spine surgery in children and adolescents: Results of a survey. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2002;27(4):423–7.
20. Fabricant PD, Admoni SH, Green DW, Ipp LS, Widmann RF. Return to athletic activity after posterior spinal fusion for adolescent idiopathic scoliosis: analysis of independent predictors. *J Pediatr Orthop*. 2012;32(3):259–65.
21. Tetreault T, Darland H, Vu A, Carry P, Garg S. Adolescent athletes return to sports rapidly after posterior spine fusion for idiopathic scoliosis: a prospective cohort study. *Spine Deform*. 2023;11(2):383–90.