

УДК 616.711-007.55

FTAMP 76.29.41

DOI: 10.53065/kaznmu.2024.71.4.002

Поступил в редакцию: 13.11.2024

Принято к публикации: 17.12.2024

СКОЛИОЗДЫ ТҮЗЕТУДЕ НЕЙРОНАВИГАЦИЯЛЫҚ ЖҮЙЕНІ ЖӘНЕ ИНТРОПЕРАЦИЯЛЫҚ КОМПЬЮТЕРЛІК ТОМОГРАФТЫ ҚОЛДАНУ

Д.Ж. ЕСТАЙ^{1,2}, С.С. АБДАЛИЕВ¹, Д.А. САГИНОВА¹, Т.А. НАСИМОВ¹,
К.М. ЕЛДАШБАЕВА¹, Д.Т. БАИТОВ¹

¹ Академик Н.Ж.Батпенов атындағы Ұлттық ғылыми травматология және ортопедия орталығы, Астана, Қазақстан

² Қарағанды медицина университеті, Қарағанды, Қазақстан

Түйіндеме

Кіріспе. Омыртқа деформациясының кең тараған түрі, даму себебі анықталмаған идиопатиялық сколиоз болып табылады. Кең тарауына қарамастан, бүгінгі күнге дейін дәрігерлермен қабылданып қалыптасқан жүйелік емдеу әдісі жоқ.

Зерттеудің мақсаты. Кеуде және бел омыртқаларының 3-4-ші дәрежелі сколиозы бар науқастарда деформацияны хирургиялық түзету кезінде қолданылатын интраоперациялық компьютерлік томографпен біріктірілген навигациялық жүйені қолданудың нәтижелерін көрсету.

Материалдар мен әдістер. Зерттеу барысында медициналық құжаттар, оның ішінде операциялық хаттамалар мен диагностикалық шаралардың нәтижелері сараланды. Алынған деректерді статистиканың сипаттамалық әдістерін қолдану арқылы баяндадық. Зерттеуге Кобб жіктемесі бойынша 3-4 дәрежелі омыртқаның сколиозы немесе кифосколиозы бар науқастар қатысты. Науқастарды іріктеу барысында, тек идиопатиялық омыртқа деформациясы анықталған науқастар ғана кіргізілді, басқа деформациялары анықталған науқастар зерттеуден шығарылды. Барлық науқастардан (олардың ата-анасынан немесе заңды өкілінен) жазбаша рұқсат алынды.

Нәтижелер мен талқылау. Омыртқаның сколиозы бар 11 мен 20 жас аралығындағы 37 адамға жасалған операцияның нәтижелерін талдау жүргізілді. Омыртқа деформациясының сколиозды қисығының орналасуы бойынша кеуде бөлімінің омыртқа деформациясы – 21 адамда, кеуде-бел деформациясы – 10 жағдайда, бел бөлімінің деформациясы – 6 науқаста анықталды. Науқастардың орташа жас мөлшері $16,3 \pm 2,3$ болды. Барлығы 456 транспедикулярлы бұранда орнатылды.

Қорытынды. Омыртқаның сколиозды (кифосколиозы) деформациясын түзетуде транспедикулярлық бұрандаларды орнатуда интраоперациялық компьютерлік томографқа кіріктірілген навигациялық жүйелерді қолданудың болашағы үлкен және мүмкіндігі жоғары. Алайда, әдістің қымбат болуына байланысты, еліміздің барлық аумағында қолданысқа енгізу мүмкін емес.

Түйінді сөздер: сколиоз, омыртқа деформациясын түзету, нейронавигация

Кіріспе. Сколиоз омыртқа бағаны деформациясының кең тараған түрі. Түрлі авторлардың ақпараттары бойынша 1-2%-ға дейінгі жиілікте кездеседі [1] және пайда болу себептері алуан түрлі, сондай-ақ жасқа байланысты ерекшеліктері де көп [2, 3]. Негізгі емдеу түрі хирургиялық түзету операциясы және қазіргі таңда операциялық емдеу барысында транспедикулярлы құрылымдар кеңінен қолданады [1]. Мұндай

құрылғыларды қолданудың артықшылықтары деформацияға ұшыраған омыртқа бағанын үш жазықтықта түзету мүмкіндігінің болуы және түзелген қисаюды мықтап бекіту [5]. Сонымен қатар айқын деторсиялық әсердің болуы мен операциядан кейінгі асқынулардың азаюы. Алайда транспедикулярлы құрылымдарды орнатудың қиыншылықтары аз емес. Мәселен, сколиозы бар адамдардағы омыртқалардың дорсалды және вентралды құрылымдарының анатомиясының және антропометриялық өлшемдерінің айқын өзгеруінен болатын техникалық қиындықтар [4, 5]. Хирургиялық емдеу кезіндегі ең үлкен қауіп транспедикулярлық конструкцияны орнату барысында жұлын мен оның құрылымдық бөлімдерінің зақымдалуы нәтижесінде, қайта қалпына келмейтін неврологиялық асқынулардың дамуы [5, 6]. Зерттеушілердің мәліметтері бойынша неврологиялық бұзылыстар 0,2%-дан 1,8%-ға дейінгі жиілікте кездеседі [4, 5]. Аталған мәселені ескере отырып, сколиозы бар адамдарда, әсіресе балалар мен жасөспірімдерде, омыртқаның деформациясын хирургиялық түзету қауіпсіздігі өзекті және әлі толық шешілмеген мәселе екені айқын. Осыған байланысты, соңғы кездері, транспедикулярлы бұрандаларды орнатудан дамиды қауіптер мен ықтимал асқынуларды азайту мақсатында және омыртқа бұрандаларын дұрыс имплантациялауға мүмкіндік беретін жаңа техникалық құралдар мен технологиялар пайда бола бастады [5, 6]. Кейбір ғалымдар сколиотикалық деформацияны түзету үшін операция кезінде электронды оптикалық турлендірушіні, компьютерлік томографты (КТ), навигациялық бағдарламаларды, жеке прототиптеу технологияларын пайдаланады [5, 6]. Басқа хирургтар қауіпсіздікті қамтамасыз ету үшін және транспедикулярлық бұрандаларды дұрыс орнатуға қол жеткізу мақсатында роботты технология мен үздіксіз нейромониторингті ассистент ретінде пайдаланып түзету операцияларын жасауды жөн көреді [6]. Кейбір авторлар навигациялық құрылғыны қолдану асқынулардың ең аз қауіпмен идиопатиялық сколиозда омыртқаның қисаюын тиімді түзетуге мүмкіндік береді деп мәлімдейді [6]. Сонымен қатар операция барысында үздіксіз нейромониторинг жүргізу неврологиялық асқынулардың алдын алады деген тұжырымды жасайды [6].

Бірқатар зерттеушілердің пікірінше, науқасқа операцияға дейінгі кезеңде диагностикалық орында жасалған КТ ақпараттарына навигациялық станцияны біріктіріп, кейін транспедикулярлық бұрандаларды орнату біршама төмен дәлдікке ие, бұл кей жағдайларда бұрандаларды имплантациялауға арналған қозғалыс траекториясының дұрыс жасалмауына, кейінгі кезеңде олардың дұрыс орналаспауына әкеледі [7]. Бұл әдістемені қолдану кезінде елеулі қатенің пайда болуы омыртқалардың кеңістіктік қатынастары арасындағы айырмашылықпен түсіндіріледі, ол операция кезінде операциялық үстелдегі омыртқаның қозғалыс сегменттерінің құрылымдары арасындағы қатынастардың өзгеруі нәтижесінде пайда болады [7]. Кейбір зерттеушілердің тұжырымына сәйкес, операцияға дейінгі компьютерлік томография негізінде оптикалық навигацияны пайдалануда жағымсыз аспектілердің әсерін төмендету үшін тірек нүктелерін аспаптық омыртқа аймағына кіретін омыртқалардың дорсалды жазықтық бойымен жүргізу қажет [5, 7]. Дегенмен, бұл әдіснамалық тәсіл хирургиялық араласудың ұзақтығын айтарлықтай арттыруы мүмкін [4, 7]. Осылайша, сколиозды металл құрылымдар көмегімен түзетуде хирургиялық араласу уақытын ұзартпау, конструкциялардың дұрыстығы мен беріктігін қамтамасыз ету қазіргі уақытта заманауи вертебрологияның маңызды және өзекті мәселесі болып табылады.

Зерттеудің мақсаты: кеуде және бел омыртқаларының 3-4-ші дәрежелі сколиозы бар науқастарда деформацияны хирургиялық түзету кезінде қолданылатын интраоперациялық КТ-мен біріктірілген навигациялық жүйені қолданудың нәтижелерін көрсету.

Зерттеудің материалдары мен әдістері. Зерттеуге Кобб жіктемесі бойынша 3-4 дәрежелі омыртқаның сколиозы бар 11 мен 20 жас аралығындағы науқастар қатысты, себебі жүре пайда болған омыртқа деформациясы жасөспірім жаста жиі кездеседі [1, 5]. Бұл жұмысқа тек идиопатиялық сколиозы бар науқастар ғана қосылды. Сколиоздың басқа түрлері және қосалқы аурулары анықталған науқастар зерттеуге қатыспады. Барлық қатысушылардан және олардың заңды өкілдерінен хирургиялық түзету мен зерттеуге қатысу бойынша жазбаша түрде келісім алынды. Осы аталған критерилер бойынша 37 адам толық сәйкес келді және оларға жасалған операцияның нәтижелері зерттеуге талдау жүргізуге негіз болды. Зерттеу мекеменің биоэткалық комитетінің рұқсатымен жүргізілді (хаттама №4, 19 қазан 2021 жыл). Ғылыми жұмыс проспективті түрде болды және «Академик Н.Ж.Батпенев атындағы Ұлттық ғылыми травматология және ортопедия орталығында» жүргізілді. Барлық науқастарға бір хирургиялық топ операция жасады. Хирургиялық топқа кірген дәрігерлердің еңбек өтілі, аталған сала бойынша кем дегенде 7 жылдан асады. Сонымен қатар барлық дәрігерлер хирургиялық операцияның осы түрін меңгеру бойынша біліктілікті арттыру курстарынан өткен. Зерттеу барысында медициналық құжаттар, оның ішінде операциялық хаттамалар мен диагностикалық шаралардың нәтижелері сараланды. Навигациялық құрылғымен жұмыс істеудің интраоперациялық кезеңінің хаттамаларын қарау кезінде идиопатиялық сколиозы бар науқастарда операция кезінде бағдарламалық қамтамасыз етуді пайдалануға жұмсалған уақыт, бұрандалардың орналасуы және операция барысындағы қан кету мөлшері талданды.

Жұмыс барысында барлық науқастарға омыртқа қисаюының шығу табиғаты мен қозғалғыштығын анықтау мақсатында функционалды тестпен екі проекциядағы омыртқа рентгенографиясы жүргізілді. Керек болған жағдайда компьютерлік және/немесе магнитті-резонансты томография (МРТ) жасалды. Пациенттерді іріктеу кезеңінде неврологиялық бұзылыстардың болуына күмән туындаған жағдайларда қосымша электронейромиография (ЭНМГ) жүргізілді. Айта кететін жағдай, ЭНМГ қорытындысы бойынша немесе МРТ нәтижесінде неврологиялық бұзылыстар анықталған жағдайда, ол науқастар зерттеуге қатыстырылмады.

Науқастарға операция ішпен жатқан күйде, рентген негативті операциялық үстелде жасалды және деформацияланған қисықтық доғасы бойымен омыртқалардың артқы сүйектік құрылымдарына жол ашу арқылы қол жеткізілді. Омыртқа сүйегіне жеткенде ең төменгі омыртқаның қылқанды өсіндісіне навигациялық құрылғының құрылымдары орнатылды, кейін бағдарламаның басқаруымен қисықтықтың ойыс және дөңес жағындағы барлық омыртқа денелеріне транспедикулярлық бұрандалар орнатылды. Келесі кезекте деформацияның ойыс жағындағы омыртқаның физиологиялық сагиталды профилі бойымен иілген тірек металл конструкцияны транспедикулярлы бұрандаларға орналастырды. Нәтижесінде омыртқаларда шынайы деротационды маневр жасалды және деформация жартылай түзетіліп, транспедикулярлы бұрандалар бекітілді. Қисықтықтың ойыс жағында сегменттік дистракцияны орындау арқылы деформация шыңының одан әрі түзетілуін қамтамасыз еттік. Содан кейін деформацияның дөңес беткейі жағындағы омыртқаның физиологиялық қисығы бойымен иілген тірек металды салып, сегменттік қысу жасалды. Хирургиялық араласу металл құрылымының бойымен аутологиялық сүйекпен артқы спондилодез жүргізу мен металл құрылымдарды тұрақтандырумен аяқталды.

Зерттеу деректері статистиканың сипаттамалық әдістерін қолдану арқылы жүргізілді. Сандық көрсеткіштерді саралау мақсатында Microsoft Excel (Microsoft Office 2010 package) бағдарламасы қолданылды. Сипаттамалық статистиканы талдау деректерінде алынған нәтижелердің көрсеткіштері іріктеменің орташа мәнін және

стандартты ауытқу диапазонын, максималды және ең төменгі параметрлері түрінде ұсынылды.

Нәтижелер. Омыртқа деформациясының сколиозды қисығының орналасуы бойынша клиникалық көрінісі келесідей болды: кеуде қисығы – 21 адамда, кеуде-бел қисығы – 10 жағдайда, бел қисығы – 6 науқаста анықталды. Барлығы 37 адам зерттеуге қатысуға келісім берді, олардың 29-ы қыз бала (78,4%), 8-і ұл бала (21,6%) болды. Науқастардың орташа жас мөлшері $16,3 \pm 2,3$ құрады. Жыныстық қатынасы бойынша, басқа ғалымдардың 3,6:1 қатынасқа сәйкес келді. Омыртқаны түзетуші құрылғымен бекіту аралығы Th2-ден L5 омыртқаларына дейін деформацияның орналасуына және ауырлық дәрежесіне байланысты өзгеріп тұрды (минималды 4 омыртқа, максималды 13 омыртқаға дейін). Бір пациентке орнатылған транспедикулярлық тірек элементтерінің саны орташа есеппен $12,3 \pm 1,8$ бұранданы құрады, ең азы 6 бұранда, көбі 21 бұрандаға дейін өзгерді. Жалпы зерттеу жұмысын жүргізу барысында барлығы 456 бұранда омыртқаға орнатылды. Артқы спондилозге ұшыраған омыртқаның саны орташа есеппен $9,5 \pm 2,65$ -ті көрсетті.

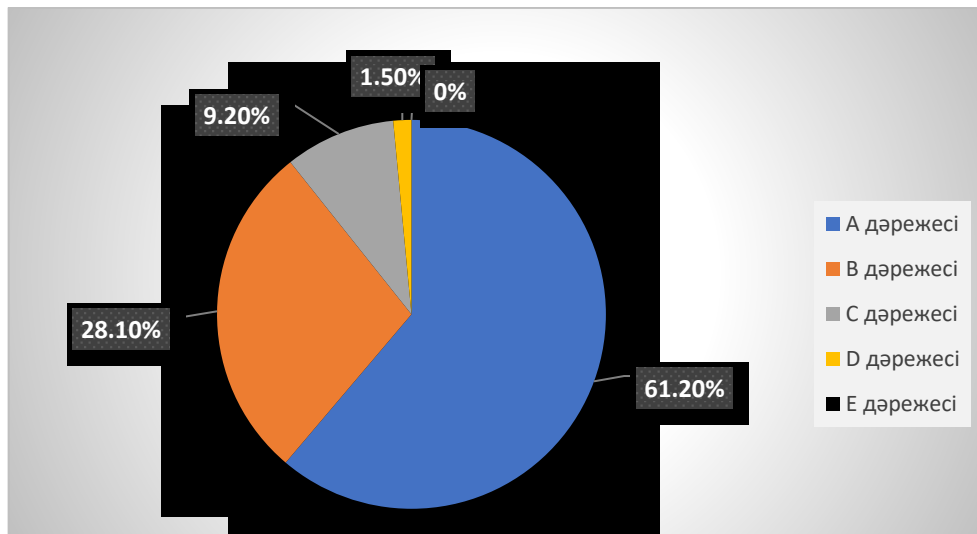
Жүргізілген жұмыс барысында, инструменталды спондилодез аймағына кіретін омыртқалардың құрылымдарының тірек нүктелерін және дорсалды бетінің бойымен тіркеу кезінде уақыт сипаттамалары туралы деректер сараланды. Операция жасауға жұмсалған уақытты ең алғашқы кесу жасалғаннан бастап, соңғы тігісті бітіргенге дейінгі уақытты бақылып тіркеу жүргіздік және бекітілген аралықты минуттық көрсеткішпен өлшедік. Алынған көрсеткішіміз келесідей: барлық операцияның орташа уақыттық көрсеткіші $161,15 \pm 43,21$ минут; ең ұзақ жасалған түзету операциясының уақыты 255 минутты құрады, ал ең жылдам жасалған операцияның ұзақтығы 97 минутты құрады. Сонымен қатар зерттеу нәтижелері бойынша нөлдік координаттар жүйесін орнату үшін трекерді қосуға кететін уақыт орташа есеппен $35 \pm 6,8$ секундты құрады (минималды – 23 секунд, максималды – 60 секунд). Операция кезінде жұмыстың осы кезеңінің дұрыстығы кейіннен омыртқалардың дорсальды беті бойынша тірек нүктелерін анықтау және тіркеуді пайдаланып орындау кезінде дәлдік пен қателердің болмауын қамтамасыз етті. Сол себепті металл құрылымның тірек элементтері үшін құрылымдық өзгерген және деформацияланған омыртқаларға бұрандаларды имплантациялауға арналған қозғалыстардың траекториясын құруда ең аз қателікке қол жеткізуді қамтамасыз етті.

Кесте 1. Ғылыми зерттеу барысында алынған негізгі нәтижелер.

Көрсеткіштер	Алынған мәндер
Науқастар саны	37 пациент
Деформацияның орташа көрсеткіші, Кобб әдісі бойынша	$59,29^\circ \pm 15,3^\circ$
Түзетуден кейінгі қалдық деформация, Кобб әдісі бойынша	$12,46^\circ \pm 8,48^\circ$
Түзетуге жұмсалған уақыт (орташа)	$161,15 \pm 43,21$ мин
Трекерді қосуға жұмсалған уақыт (орташа)	$35 \pm 6,8$ сек
Қан кету мөлшері (орташа)	$194,47 \pm 108,9$ мл

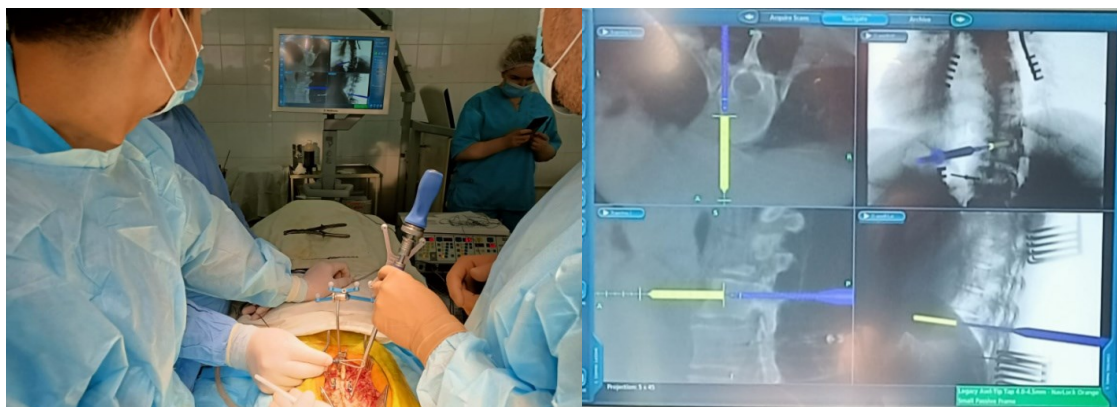
Навигациялық жүйелерді қолданудағы басты мақсат транспедикулярлы бұрандаларды дұрыс орнату арқылы дамуы мүмкін болатын жағымсыз нәтижелерді болдырмау және алдын алу. Осы себепті зерттеу жұмысы барысында, орнатылған бұрандалардың дұрыстығын бағаладық. Бұрандалардың дұрыстығын бағалау үшін Гертцбейн-Роббинс жіктемесін қолдандық [7]. Аталған жіктемеге сәйкес, А дәрежелі дұрыс траектория 279 педикулярлы бұрандалар үшін (61,2%), В дәрежелі бұрандалар - 128 жағдайда (28,1%) байқалды, С дәрежелі бұрандалар саны 42-і құрады (9,2%), D

дәрежелі бұрандалар тек 7 жағдайда кездесті және E дәрежелі бұрандалар мүлдем анықталмады (сурет 1).



Сурет 1. Гертцбейн-Роббинс жіктемесіне сәйкес нәтижелер.

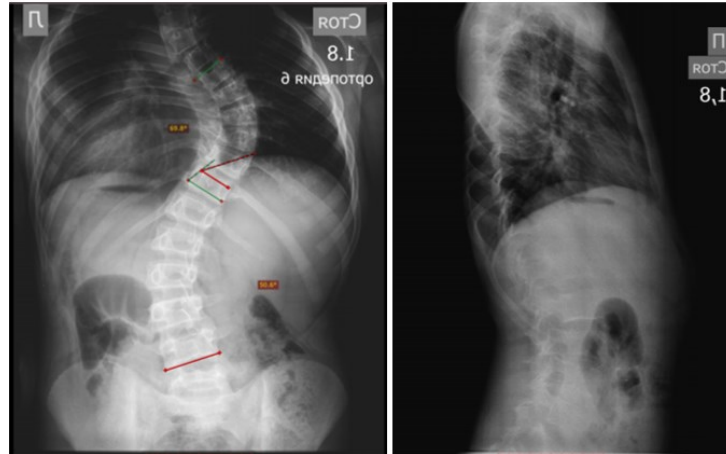
Мұндағы А және В дәрежелі бұрандалар 89,3% жағдайда қауіпсіз орналасқан деп танылса, бұрандалардың 10,7% қауіпті дәрежелі болып табылады (сурет 2). Бұл жағдайға себепші болған ең басты мәселе – омыртқа құрылымдарының анатомиялық айқын өзгерістері, алайда түзету операциясынан кейінгі кезеңде неврологиялық және басқа бұзылыстар болмағандықтан қайталама хирургиялық араласуды қажет етпеді.



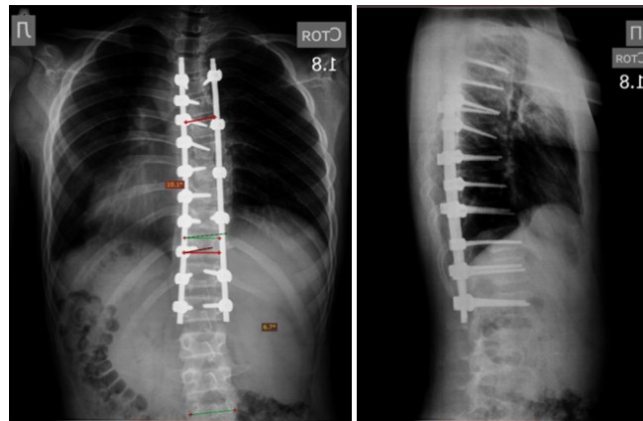
Сурет 2. Хирургиялық топтың операция барысында транспедикулярлы бұранданы орналастыру сәті.

Негізгі көрсеткіш ретінде бастапқы деформация мен операциядан кейінгі қалдық деформацияның шамасы анықталады. Аталған жағдайға байланысты бастапқы кезеңдегі деформацияның орташа көрсеткіші Кобб бойынша $59,29^{\circ} \pm 15,3^{\circ}$ құрады, максималды деформация өлшемі 110 градусты, минималды деформация 45 градусты құрады (сурет 3). Түзету операциясынан кейінгі орташа қалдық көрсеткіш Кобб бойынша $12,46^{\circ} \pm 8,48^{\circ}$ көрсетті, максималды 35-і, ал минималды қалдық 1 градусты құрады (сурет 4). Мұндағы түзету мөлшері бастапқы деформацияның орташа көрсеткіші мен қалдық деформацияның орташасының қатынасы бойынша 78,98% көрсетті. Сонымен қатар, жүргізілген жұмыста омыртқаның жоғарғы және ортаңғы кеуде омыртқалары үшін

транспедикулярлы бұрандаларды орнатуда айырмашылықтар болғанын атап өткен жөн. Өзгерістердің бұлай таралуы идиопатиялық сколиоз кезіндегі омыртқалардың сүйек құрылымдарының анатомиялық және антропометриялық ерекшеліктерімен, атап айтқанда сколиоз доғасының дөңес және ойыс жағындағы омыртқа түбірлерінің өлшемінің әртүрлігімен түсіндіріледі.



Сурет 3. 16 жасар пациенттің хирургиялық түзетуге дейінгі екі проекциядағы спондилографиясы. Кеуде және бел доғаларының сколиотикалық қисаю мөлшері Кобб бойынша тиісінше 69° және 50° болды.



Сурет 4. 16 жасар пациенттің хирургиялық түзетуден кейінгі екі проекциядағы спондилографиясы. Пациентке 9 сегментті қамтыған Th4-L1 омыртқаларына транспедикулярлы бекіту жасалды. Операциядан кейін кеуде доғасы Кобб бойынша 10° және бел доғасы 7° құрады.

Ең маңызды көрсеткіштердің бірі, операция барысындағы науқастың жоғалтқан қан мөлшері, себебі пациенттердің көпшілігі жасөспірім жаста. Дененің толық жетілуі болмағандықтан және операция техникалық орындалу жағынан қиын болғандықтан аталған көрсеткіштің маңыздылығы тек операция барысында ғана емес, операциядан кейінгі қалпына келу және реабилитациялық кезеңге де тікелей әсер етеді. Операция кезінде кеткен қанның орташа мөлшері $194,47 \pm 108,9$ миллилитрді құрады. Деформацияның мөлшері үлкен болса және науқасқа жасалатын түзету операциясының көлемі ауқымды деп болжанған жағдайда аутогемотрансфузиялық CellSaver құрылғысы қолданылды. Бұл құрылғының мақсаты – операция барысында кеткен қан мөлшерін науқасқа қайта қайтару.

Талқылау. Соңғы жылдары сколиозды хирургиялық түзету жаңа технологияларды енгізудің арқасында елеулі өзгерістерге ұшырады, олардың арасында нейронавигация ерекше орын алады. Бұл инновациялық жүйе хирургтерге операция кезінде омыртқаның анатомиялық құрылымдарын жоғары дәлдікпен визуализациялауға және манипуляциялауға мүмкіндік береді, бұл араласудың тиімділігі мен қауіпсіздігін айтарлықтай арттырады. Бұрандаларды орнатудың дәстүрлі әдістемелері анатомиялық бағдарларға негізделеді, бұл омыртқаның тұтас құрылымдары мен ірі тамырлардың зақымдану қаупімен қатар жүреді. Kotani T. әріптестерімен [8] жүргізген зерттеуінде, нейронавигацияны хирургиялық емдеуде пайдалану бұрандаларды орнату дәлдігіне 84%-дан астам қол жеткізуге мүмкіндік береді деген тұжырым жасаған. Навигациялық жүйелерді пайдалану жұлын мен түбіршектердің зақымдану қаупін азайтады. Tanaka M. et al. (2021) өз жұмыстарында нейронавигацияны пайдалану кезінде неврологиялық асқынулардың жиілігі едәуір төмендейтінін көрсетті [9]. Нейронавигациялық жүйелер хирургке үш өлшемді проекцияда омыртқа деформациясын түзетуді жоспарлауға мүмкіндік береді. Бұл анатомиялық бағдары өзгерген сколиоздың ауыр түрімен ауыратын пациенттер үшін ерекше маңызды. Нейронавигацияны пайдалану омыртқалардың ротациясын және бүйірлік ауытқуын бақылауды жақсартады. Көптеген қазіргі заманғы нейронавигациялық жүйелер интраоперациялық компьютерлік томографиямен (КТ) және магниттік-резонанстық томографиямен (МРТ) интеграцияланған. Бұл хирургке нақты операция уақытында өзекті деректерді алуға мүмкіндік береді. Мысалы, P.Zhang et al 2020 жылы жасаған жұмысында O-Arm жүйесін жақсы сипатталған, яғни аталған жүйенің операция кезінде омыртқаның үш өлшемді сканерленуін қамтамасыз ететінін, ол өз кезегінде навигацияның дәлдігін едәуір арттыратындығы туралы мәлімдеме жасаған [10]. Сондай-ақ, науқастардың операция кезіндегі қан жоғалту мөлшері бойынша Urbanski W. әріптестерімен 2019 жылы жүргізген зерттеумен салыстырғанда айырмашылықтар байқалды. Олар өз жұмыстарында аз инвазивті технологиямен жасалған операциядағы науқастың жоғалтқан қан көлемі $138,75 \pm 50,04$ мл., ал дәстүрлі ашық түрде жасалған операциядағы қан кету мөлшерін $450 \pm 106,06$ мл. деп көрсетті [11]. Сколиозды хирургиялық түзету кезінде нейронавигациялық жүйелерді қолдану омыртқа хирургиясын дамытудағы маңызды қадам болып табылады. Бұл технологиялар импланттарды орнату дәлдігін арттырып қана қоймай, асқыну қаупін де төмендетеді, бұл емдеу нәтижелерін айтарлықтай жақсартады.

Қорытынды. Идиопатиялық сколиозды түзетуде транспедикулярлы бұрандаларды қолдану оңтайлы шешім және дұрыс орнату мәселесінде интраоперациялық компьютерлік томограф пен навигациялық жүйелермен сүйемелдеп түзету операцияның нәтижелілігін жоғарылатады. Сонымен қатар, операция барысында байқалатын уақыт пен қан кету мөлшері сияқты көрсеткіштерді жақсартуға септігін тигізеді. Қол жеткізген жақсы нәтижелерге қарамастан, аталған тақырып ары қарайғы терең зерттеуді, науқастарды бақылауды жалғастыруды және одан арғы салыстырмалы талдау жасауды қажет ететінін айтқан жөн.

Мүдделер қақтығысы

Біз мүдделер қақтығысының болмағанын мәлімдейміз.

Авторлардың үлестері

Тұжырымдама әзірлеу – Абдалиев С.С.

Орындау – Естай Д.Ж., Елдашбаева К.М.

Нәтижелерді өңдеу – Естай Д.Ж., Насимов Т.А.

Нәтижелерді ғылыми түсіндіру – Бәтпен А.Н., Сагинова Д.А.

Мақала жазу – Абдалиев С.С., Естай Д.Ж.

Бұл материалдың бұрын жарияланбағанын және басқа баспагерлер тарапынан қарастырылмағанын мәлімдейміз.

Қаржыландыру: BR11065157-OT-23. Жарақаттарды, жарақаттардың салдарын, аяқ-қолдың, омыртқаның және жамбас ауруларын диагностикалаудың, емдеудің тиімділігін арттыру үшін инновациялық технологияларды әзірлеу және ғылыми негіздеу.

ҚОЛДАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

1. Zavatsky, J.M., Peters, A.J., Nahvi, F.A., Bharucha, N.J., Trobisch, P.D., Kean, K.E., Richard, S., Bucello, Y., Valdevit, A., Lonner, B.S. Disease severity and treatment in adolescent idiopathic scoliosis: the impact of race and economic status // *Spine J.* – 2015. – May 1. – Vol. 15, no. 5. – P. 939-943. doi: 10.1016/j.spinee.2013.06.043.
2. Абдалиев, С.С., Естай, Д.Ж., Жолдыбаева, Е.В., Сериков, С.Ж., Оспанова, С.Р., Батпен, А.Н., Раманкулов, Е.М. Генетические факторы, обуславливающие развитие идиопатического сколиоза: обзор литературы // *Наука и здравоохранение.* – 2023. – Т. 25, № 1. – С. 198-208. doi: 10.34689/SH.2023.25.1.024.
Abdaliev, S.S., Estaj, D.Zh., Zholdybaeva, E.V., Serikov, S.Zh., Ospanova, S.R., Batpen, A.N., Ramankulov, E.M. Geneticheskie faktory, obuslavlivajushhie razvitie idiopaticheskogo skolioza: obzor literatury // *Nauka i zdravoohranenie.* – 2023. – Т. 25, № 1. – С. 198-208. doi: 10.34689/SH.2023.25.1.024.
3. Chang, K., Pham, M.H., Hsieh, P.C. Intraoperative imaging and navigation for minimally invasive spinal tumor surgery: case series and literature review // *World Spinal Column J.* – 2017. – Vol. 2. – P. 97-110.
4. Zhang, Y.B., Zhang, J.G. Treatment of early-onset scoliosis: techniques, indications, and complications // *Chin Med J (Engl).* – 2020. – Feb 5. – Vol. 133, no. 3. – P. 351-357. doi: 10.1097/CM9.0000000000000614.
5. Vissarionov, S., Schroeder, J.E., Novikov, S.N., Kokyshin, D., Belanchikov, S., Kaplan, L. The utility of 3-dimensional-navigation in the surgical treatment of children with idiopathic scoliosis // *Spine Deform.* – 2014. – Jul. – Vol. 2, no. 4. – P. 270-275. doi: 10.1016/j.jspd.2014.03.004.
6. Tanaka M. et al. Low radiation protocol for intraoperative robotic C-arm can enhance adolescent idiopathic scoliosis deformity correction accuracy and safety // *Global Spine Journal.* – 2024. – Т. 14. – №. 5. – С. 1504-1514. doi: 10.1177/21925682221147867.
7. Qiao, J., Zhu, F., Xu, L., Liu, Z., Sun, X., Qian, B., Jiang, Q., Zhu, Z., Qiu, Y. Accuracy of pedicle screw placement in patients with Marfan syndrome // *BMC Musculoskelet Disord.* – 2017. – Mar 21. – Vol. 18, no. 1. – P. 123. doi: 10.1186/s12891-017-1490-8.
8. Kotani, T., Akazawa, T., Sakuma, T., Nakayama, K., Kishida, S., Muramatsu, Y., Sasaki, Y., Ueno, K., Iijima, Y., Minami, S., Ohtori, S. Accuracy of powered surgical instruments compared with manual instruments for pedicle screw insertion: evaluation using o-arm-based navigation in scoliosis surgery // *J Orthop Sci.* – 2018. – Sep. – Vol. 23, no. 5. – P. 765-769. doi: 10.1016/j.jos.2018.05.007.
9. Tanaka, M., Fujiwara, Y., Uotani, K., Yamauchi, T., Misawa, H. C-arm-free anterior correction for adolescent idiopathic scoliosis (Lenke type 5C): analysis of early outcomes and complications // *World Neurosurg.* – 2021. – Vol. 150. – P. e561–e569. doi: 10.1016/j.wneu.2021.03.060.
10. Zhang, P., Liu, H., Sun, Z., Wang, J., Wang, G. The application of O-arm and navigation system in precise localization of spinal cord lesions: a case series study //

Clin Neurol Neurosurg. – 2020. – Sep. – Vol. 196. – P. 105922. doi: 10.1016/j.clineuro.2020.105922.

11. Urbanski, W., Zaluski, R., Kokaveshi, A., Aldobasic, S., Miekisiak, G., Morasiewicz, P. Minimal invasive posterior correction of Lenke 5C idiopathic scoliosis: comparative analysis of minimal invasive vs. open surgery // Arch Orthop Trauma Surg. – 2019. – Sep. – Vol. 139, no. 9. – P. 1203-1208. doi: 10.1007/s00402-019-03166-y.

Авторлар туралы ақпарат

@Д.Ж.Естай, Қарағанды медицина университетінің PhD докторанты, академик Н.БатпенOV атындағы ҰҒТОО травматолог-ортопед дәрігері; e-mail: daniyar.estay@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-3583-6871>; Астана, Қазақстан;

С.С.Абдалиев, медицина ғылымдарының кандидаты, PhD, вертебролог-ортопед, академик Н.БатпенOV атындағы ҰҒТОО №6 ортопедия бөлімінің меңгерушісі; e-mail: abdaliev73@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-7439-141X>; Астана, Қазақстан;

Д.А.Сагинова, PhD, қауымдастырылған профессор, академик Н.БатпенOV атындағы ҰҒТОО ғылым және қолданбалы зерттеулер орталығының меңгерушісі, e-mail: saginova_d@nsco.kz; <https://orcid.org/0000-0001-9551-5354>; Астана, Қазақстан;

Т.А.Насимов, травматолог-ортопед, академик Н.БатпенOV атындағы ҰҒТОО қабылдау-диагностика бөлімінің меңгерушісі; e-mail: nassimov_t@ncto.kz; <https://orcid.org/0009-0005-5911-8112>; Астана, Қазақстан;

Қ.М.Елдашбаева, академик Н.БатпенOV атындағы ҰҒТОО ғылым және қолданбалы зерттеулер орталығының маманы; e-mail: eldashbaeva_k@ncto.kz; <https://orcid.org/0009-0006-8870-9728>; Астана, Қазақстан;

Д.Т.Байтов, академик Н.БатпенOV атындағы ҰҒТОО №6 ортопедия бөлімінің травматолог-ортопед дәрігері; e-mail: boika_88@mail.ru ; <https://orcid.org/0009-0000-9837-0381>; Астана, Қазақстан;

Сведения об авторах

@Д.Ж.Естай, PhD докторант Карагандинского медицинского университета, травматолог-ортопед ННЦТО им.акад.Н.БатпенOVA; e-mail: daniyar.estay@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-3583-6871>; Астана, Казахстан;

С.С.Абдалиев, кандидат медицинских наук, PhD, вертебролог-ортопед, заведующий отделением ортопедии №6 ННЦТО им.акад.Н.БатпенOVA; e-mail: abdaliev73@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-7439-141X>; Астана, Казахстан;

Д.А.Сагинова, PhD, ассоциированный профессор, руководитель центра научных и прикладных исследований ННЦТО им.акад.Н.БатпенOVA; e-mail: saginova_d@nscto.kz; <https://orcid.org/0000-0001-9551-5354>; Астана, Казахстан;

Т.А.Насимов, травматолог-ортопед, заведующий приемно-диагностическим отделением ННЦТО им.акад.Н.БатпенOVA; e-mail: nassimov_t@nscto.kz; <https://orcid.org/0009-0005-5911-8112>; Астана, Казахстан;

Қ.М.Елдашбаева, специалист центра научных и прикладных исследований ННЦТО им.акад.Н.БатпенOVA; e-mail: eldashbaeva_k@nscto.kz; <https://orcid.org/0009-0006-8870-9728>; Астана, Казахстан;

Д.Т.Байтов, травматолог-ортопед отделения ортопедия №6 ННЦТО им.акад.Н.БатпенOVA; e-mail: boika_88@mail.ru ; <https://orcid.org/0009-0000-9837-0381>; Астана, Казахстан;

Information about the authors

@D.Zh.Yestay, PhD student at Karaganda Medical University, traumatologist-orthopedist at NSCTO named after academician N.Batpenov; e-mail: daniyar.estay@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-3583-6871>; Astana, Kazakhstan;

S.S.Abdaliev, MD, PhD, vertebrologist-orthopedist, head of the orthopedics department No.6 at NSCTO named after academician N.Batpenov; e-mail: abdaliev73@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-7439-141X>; Astana, Kazakhstan;

D.A.Saginova, PhD, Associate Professor, Head of the Center for Scientific and Applied Research, at NSCTO named after academician N.Batpenov; e-mail: saginova_d@nscto.kz; <https://orcid.org/0000-0001-9551-5354>; Astana, Kazakhstan;

T.A.Nasimov, Traumatologist-Orthopedist, Head of the Admission and Diagnostic Department, at NSCTO named after academician N.Batpenov; e-mail: nassimov_t@nscto.kz; <https://orcid.org/0009-0005-5911-8112>; Astana, Kazakhstan;

K.M.Eldashbaeva, Specialist, Center for Scientific and Applied Research, at NSCTO named after academician N.Batpenov; e-mail: eldashbaeva_k@nscto.kz; <https://orcid.org/0009-0006-8870-9728>; Astana, Kazakhstan;

D.T.Baitov, traumatologist-orthopedist, Orthopedics Department No.6, at NSCTO named after academician N.Batpenov; e-mail: boika_88@mail.ru ; <https://orcid.org/0009-0000-9837-0381>; Astana, Kazakhstan;

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОНАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ И ИНТРОПЕРАЦИОННОГО КОМПЬЮТЕРНОГО ТОМОГРАФА ПРИ КОРРЕКЦИИ СКОЛИОЗА

Д.Ж. ЕСТАЙ^{1,2}, С.С. АБДАЛИЕВ¹, Д.А. САГИНОВА¹, Т.А. НАСИМОВ¹,
К.М. ЕЛДАШБАЕВА¹, Д.Т. БАИТОВ¹

¹ Национальный научный центр травматологии и ортопедии им акад. Н.Ж.Батпенова, Астана, Казахстан

² Карагандинский медицинский университет, Караганда, Казахстан

Абстракт

Введение. Идиопатический сколиоз — распространенная форма деформации позвоночника, причина которой неизвестна. Несмотря на широкое распространение, не существует систематического метода лечения, принятого врачами.

Цель исследования. Демонстрация результатов использования навигационной системы в сочетании с интраоперационной компьютерной томографией, применяемой при хирургической коррекции деформации у пациентов со сколиозом 3-4 степени грудного и поясничного отдела позвоночника.

Материалы и методы. В ходе исследования были проанализированы медицинские документы, в том числе протоколы операций и результаты диагностических мероприятий. Полученные данные мы представили с использованием описательных методов статистики. В исследовании принимали участие пациенты со сколиозом или кифосколиозом позвоночника 3-4 степени по классификации Cobb. При отборе пациентов включались только пациенты с идиопатической деформацией позвоночника, а пациенты с другими деформациями из исследования были исключены. От всех пациентов (их родителей или законных опекунов) было получено письменное информированное согласие.

Результаты и обсуждение. Проведен анализ результатов операций, выполненных 37 пациентам в возрасте от 11 до 20 лет со сколиозом позвоночника. По расположению

сколиотической дуги позвоночника у 21 пациента выявлена деформация грудного отдела, у 10 - грудно-поясничного, у 6 – поясничного отделов. Средний возраст пациентов составил $16,3 \pm 2,3$ года. Всего было установлено 456 транспедикулярных винтов.

Заключение. Большое будущее и потенциал имеет использование навигационных систем, интегрированных в интраоперационную компьютерную томографию при установке транспедикулярных винтов при коррекции сколиозной (кифосколиозной) деформации позвоночника. Однако из-за высокой стоимости метода реализовать его на всей территории страны невозможно.

Ключевые слова: сколиоз, коррекция деформаций позвоночника, нейронавигация.

USE OF NEURONAVIGATION SYSTEM AND INTROOPERATIVE COMPUTER TOMOGRAPH IN CORRECTION OF SCOLIOSIS

D.Zh. YESTAY^{1,2}, S.S. ABDALIEV¹, D.A. SAGINOVA¹, T.A. NASIMOV¹,
K.M. YELDASHBAEVA¹, D.T. BAITOV¹

¹ National Research Center of Traumatology and Orthopedics named after Academician N.Zh. Batpenov, Astana, Kazakhstan

² Karaganda Medical University, Karaganda, Kazakhstan

Abstract

Introduction. Idiopathic scoliosis is a common form of spinal deformity, the cause of which is unknown. Despite widespread use, there is no systematic method of treatment accepted by doctors.

The aim. Demonstration of the results of using the navigation system in combination with intraoperative computer tomography, used in surgical correction of deformities in patients with 3-4 degrees of scoliosis of the thoracic and lumbar spine.

Materials and methods. During the study, medical documents were analyzed, including the protocol of operations and the results of diagnostic measures. The obtained data were presented using descriptive statistical methods. Patients with 3-4 degrees of scoliosis or kyphoscoliosis of the spine according to the Cobb classification took part in the study. When selecting patients, only patients with idiopathic deformation of the spine were included, and patients with other deformations were excluded from the study. Written informed consent was obtained from all patients (their parents or legal guardians).

Results and discussion. An analysis of the results of operations performed on 37 people aged 11 to 20 years with scoliosis of the spine was carried out. According to the location of the scoliosis arch of the spine, thoracic deformity was detected in 21 patients, thoracic-lumbar in 10, and lumbar in 6. The average age of patients was 16.3 ± 2.3 years. 456 transpedicular screws were installed.

Conclusion. The use of navigation systems integrated into intraoperative computer tomography during the installation of transpedicular screws in the correction of scoliosis (kyphoscoliosis) deformation of the spine has a great future and potential. However, due to the high cost of the method, it is impossible to implement it throughout the country.

Keywords: scoliosis, correction of spinal deformities, neuronavigation.