

AUTOREFERAT

Dr n. med. Paweł Grabala



Instytut „Centrum Zdrowia Matki Polki”

Łódź

2024

Spis treści

Wykształcenie, posiadane dyplomy, stopnie naukowe	2
Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu	2
Omówienie osiągnięć, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dn. 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 z późn. zm.)	4
▪ Tytuł osiągnięcia naukowego	4
▪ Publikacje wchodzące w skład osiągnięcia naukowego	4
▪ Omówienie celu naukowego prac i uzyskanych rezultatów składających się na osiągnięcie naukowe wraz z omówieniem ich praktycznego wykorzystania	6
▪ Podsumowanie osiągnięcia naukowego	27
Podsumowanie dorobku naukowo-badawczego	28
Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych	29
Prezentacje i doniesienia zjazdowe na konferencjach naukowych	54
Informacja o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej	55
▪ Międzynarodowa współpraca naukowo-badawcza	55
▪ Krajowa współpraca naukowo-badawcza	55
▪ Staże w zagranicznych ośrodkach klinicznych	56
▪ Kursy i szkolenia	57
▪ Konferencje naukowe	61
Działalność dydaktyczna	64
Pełnione funkcje	65
Członkostwo w towarzystwach naukowych	67
Udział w radach naukowych czasopism medycznych i recenzowanie artykułów	68
Działania popularyzujące naukę	69
Wykłady na „zaproszenie”	69
Piśmiennictwo	70

1. Imię i Nazwisko: Paweł Grabala

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe lub artystyczne – z podaniem podmiotu nadającego stopień, roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej.

- Dyplom lekarza uzyskany w Akademii Medycznej w Białymstoku w **2006** roku (obecnie Uniwersytet Medyczny w Białymstoku)
- Prawo Wykonywania Zawodu (PWZ) lekarza wydane przez Okręgową Izbę Lekarską w Białymstoku w **2007** roku
- Prawo Wykonywania Zawodu lekarza na terenie Wielkiej Brytanii wydane przez General Medical Council w Manchesterze (Wielka Brytania) w **2014** roku
- Dyplom specjalisty w dziedzinie ortopedii i traumatologii narządu ruchu uzyskany po pozytywnym zdaniu Państwowego Egzaminu Specjalizacyjnego przed Państwową Komisją Egzaminacyjną w Centrum Egzaminów Medycznych w Łodzi w **2016** roku
- Prawo Wykonywania Zawodu lekarza specjalisty na terenie Wielkiej Brytanii (Trauma and Orthopaedic Surgery) wydane przez General Medical Council w Manchesterze (Wielka Brytania) w **2017** roku
- Stopień doktora nauk medycznych uzyskany na Uniwersytecie Medycznym w Lublinie na podstawie rozprawy pt.: „Ocena wpływu wybranych parametrów operacyjnej korekcji kręgosłupa na jakość życia, przebieg ciąży i porodu, u pacjentek ze skoliozą idiopatyczną” w **2020** roku (Promotor: prof. dr hab. n. med. Michał Latański)

3. Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych.

- **2007 – 2008** – staż podyplomowy w Uniwersyteckim Szpitalu Klinicznym w Białymstoku
- **2008 – 2009** – wolontariat w Klinice Otolaryngologii Dziecięcej Uniwersyteckiego Dziecięcego Szpitala Klinicznego w Białymstoku (Kierownik Kliniki: prof. dr hab. Elżbieta Hassman-Poznańska)
- **2009 – 2015** – młodszy asystent (lekarz rezydent) w Oddziale Ortopedyczno-Urazowym Wojewódzkiego Specjalistycznego Szpitala Dziecięcego w Olsztynie

(Koordynator Oddziału: dr n. med. Dariusz Kossakowski) oraz w Oddziale Klinicznym Ortopedyczno-Urazowym i Chirurgii Kręgosłupa Wojewódzkiego Szpitala Specjalistycznego w Olsztynie

(Koordynator Oddziału: dr n. med. Tomasz Niedźwiecki)

- **2016 – 2018** – starszy asystent (lekarz specjalista ortopeda traumatolog) w Oddziale Ortopedyczno-Urazowym Wojewódzkiego Specjalistycznego Szpitala Dziecięcego w Olsztynie
(Koordynator Oddziału: dr n. med. Dariusz Kossakowski)
- **2016 – 2018** - starszy asystent (lekarz specjalista ortopeda traumatolog) w Oddziale Klinicznym Ortopedyczno-Urazowym i Chirurgii Kręgosłupa Wojewódzkiego Szpitala Specjalistycznego w Olsztynie (Koordynator Oddziału: dr n. med. Tomasz Niedźwiecki)
- **2018 styczeń - grudzień**
Zastępca Ordynatora Oddziału Ortopedyczno-Urazowego Wojewódzkiego Specjalistycznego Szpitala Dziecięcego w Olsztynie
- **2018 - obecnie**
starszy asystent w Klinice Ortopedii i Traumatologii Dziecięcej Uniwersyteckiego Dziecięcego Szpitala Klinicznego w Białymstoku
- **2020 – 2022** – starszy asystent w Klinice Neurochirurgii w Instytucie „Centrum Zdrowia Matki Polki” w Łodzi
(Kierownik Kliniki: prof. Krzysztof Zakrzewski)
- **2022 – obecnie** – konsultant w Paley European Institute w Warszawie
(Kierownik Instytutu: dr n. med. Michał Deszczyński)
- **2022 – obecnie**
Zastępca Kierownika Kliniki Ortopedii i Traumatologii Dziecięcej Uniwersyteckiego Dziecięcego Szpitala Klinicznego w Białymstoku
- **2023 – obecnie** – starszy asystent w Klinice Neurochirurgii z Zakładem Neurologii Inwazyjnej Uniwersyteckiego Szpitala Klinicznego w Białymstoku
(Kierownik Kliniki: dr hab. Tomasz Łysoń)
- **2023 – obecnie** – starszy asystent w Klinice Ortopedii, Traumatologii i Chirurgii Ręki Uniwersyteckiego Szpitala Klinicznego w Białymstoku
(Kierownik Kliniki: prof. Marek Bielecki).

4. Omówienie osiągnięć, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 z późn. zm.).

4.1. Tytuł osiągnięcia naukowego

Leczenie operacyjne ciężkich deformacji kręgosłupa u dzieci i młodzieży - minimalizacja potencjalnych powikłań i wpływ na zwiększenie wydolności oddechowej, poprawę funkcjonalności i jakości życia po zastosowanym leczeniu.

Osiągnięcie naukowe zgłaszane do postępowania habilitacyjnego składa się z cyklu 4 prac naukowych: 3 prac oryginalnych oraz 1 pracy przeglądowej, powiązanych ze sobą tematycznie. Są to prace pełnotekstowe, o łącznej liczbie punktów **Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego** wynoszącej **490 pkt.**, a całkowity **Impact Factor** prac zawartych w cyklu wynosi **11**. Jestem pierwszym, jak również korespondencyjnym autorem we wszystkich tych pracach. Wszystkie publikacje wchodzące do cyklu postępowania habilitacyjnego zostały opublikowane po uzyskaniu przeze mnie stopnia doktora nauk medycznych.

4.2. Publikacje wchodzące w skład osiągnięcia naukowego

- **Grabala P**, Gregorczyk J, Fani N, Galgano MA, Grabala M. *Surgical Treatment Strategies for Severe and Neglected Spinal Deformities in Children and Adolescents without the Use of Radical Three-Column Osteotomies. J. Clin. Med.* 2024, 13, 4824. doi.org/10.3390/jcm13164824. **IF: 3.0; Punkty MNiSW: 140.**

Mój udział polegał na konceptualizacji, metodologii, walidacji uzyskanych danych i wyników, analizie uzyskanego materiału i danych, prowadzeniu badania, pozyskaniu danych do badania, gromadzeniu danych, napisaniu — przygotowaniu oryginalnego manuskryptu, przeglądzie i edycji manuskryptu, wizualizacji wyników i danych, nadzorze nad całym projektem, administrowaniu projektem, oraz pozyskaniem funduszy na wykonanie projektu.

- **Grabala P**, Helenius IJ. *Clinical and Radiological Outcomes of Less Invasive Temporary Internal Distraction Followed by Staged Pedicle Screw Instrumentation in Adolescents with Severe Idiopathic Scoliosis at 2-Year Minimum Follow-Up*. World Neurosurg. 2020 Nov;143:e464-e473. doi: 10.1016/j.wneu.2020.07.183. **IF: 2.0; Punkty MNiSW: 70.**

Mój udział polegał na konceptualizacji, metodologii, obróbce komputerowej materiału, danych i wyników, analizie formalnej, przeprowadzeniu badania i analizowaniu danych, pozyskaniu pacjentów (danych) do przeprowadzenia badania, gromadzeniu danych, napisaniu manuskryptu - wersji roboczej, wizualizacji danych, administrowaniu projektem oraz pozyskaniu funduszy na przeprowadzenie badania.

- **Grabala P**, Chamberlin K, Grabala M, Galgano MA, Helenius IJ. *No Benefits in Using Magnetically Controlled Growing Rod as Temporary Internal Distraction Device in Staged Surgical Procedure for Management of Severe and Neglected Scoliosis in Adolescents*. J Clin Med. 2023 Aug 17;12(16):5352. doi: 10.3390/jcm12165352. **IF: 3.0; Punkty MNiSW: 140.**

Mój udział polegał na konceptualizacji, metodologii, obróbki komputerowej pozyskanych danych, analizie formalnej, prowadzeniu badania, udostępnieniu zasobów danych, gromadzeniu danych, napisanie — przygotowanie wersji roboczej manuskryptu, wykonania wizualizacji danych i wyników w manuskrypcie, administrowaniu projektem, pozyskaniu funduszy.

- **Grabala P**, Galgano MA, Grabala M, Buchowski JM. *Radiological and Pulmonary Results of Surgical Treatment of Severe Idiopathic Scoliosis Using Preoperative Halo Gravity Traction Compared with Less Invasive Temporary Internal Distraction in Staged Surgery in Adolescents*. J Clin Med. 2024 May 13;13(10):2875. doi: 10.3390/jcm13102875. **IF: 3.0; Punkty MNiSW: 140.**

Mój udział polegał na konceptualizacji, udostępnieniu zasobu danych / pacjentów do badania, zbieraniu danych, doborze metodologii, obróbce komputerowej danych, doborze metod statystycznych, analizie danych, napisaniu manuskryptu,

opracowaniu wizualizacji, zarządzaniu projektem i pozyskaniem funduszy na przeprowadzenie badania.

Cykl prac liczy łącznie: IF: 11; Punkty MNiSW: 490.

Wyżej wymienione publikacje stanowią załącznik nr 1. Oświadczenia współautorów, określających ich udział w publikacjach znajdują się w załączniku nr 2.

4.3. Omówienie celu naukowego prac i uzyskanych rezultatów składających się na osiągnięcie naukowe wraz z omówieniem ich praktycznego wykorzystania

4.3.1. Wprowadzenie i uzasadnienie badań

Pojęcie „skolioza” znane jest od czasów Galena. W uproszczeniu rozumiane jest jako „boczne skrzywienie kręgosłupa”. Jednak rzeczywisty obraz jednostki chorobowej, określanej jako skolioza oraz jej definicja jest są zupełnie inne. Jest to deformacja trójpłaszczyznowa kręgosłupa, tzn. obejmuje skrzywienie kręgosłupa w płaszczyźnie czołowej (boczne skrzywienie kręgosłupa), strzałkowej (zaburzenia fizjologicznej kifozy i lordozy) oraz horyzontalnej ze współistniejącą rotacją całego kręgosłupa wokół własnej osi i wtórnym zniekształceniem kręgów, czyli torsją kręgów. W obrazie klinicznym oprócz skrzywienia kręgosłupa występuje asymetria w ustawieniu żeber względem stron (lewa, prawa), łopatek, a także jeden bark może znajdować się wyżej w stosunku do drugiego. Cechą najbardziej charakterystyczną jest pojawienie się garbu żebrowego na plecach, po stronie wypukłej i wgłębienia - zapadnięcia się po stronie wklęsłej, a także wału mięśniowego, powiększającego się i bardziej widocznego wraz z progresją skrzywienia. *Scoliosis Research Society (SRS)* definiuje skoliozę na podstawie pomiaru i wielkości kąta Cobba, który jest oceniany na zdjęciu radiologicznym całego kręgosłupa, wykonanym w projekcji przednio-tylnej (AP) na stojąco. Kąt Cobba mierzonego skrzywienia przekraczający 10 stopni wskazuje na rozpoznanie skoliozy, natomiast odchylenia poniżej progu 10 stopni są ogólnie klasyfikowane jako asymetrie kręgosłupa.

Najpowszechniejszym typem skoliozy jest skolioza idiopatyczna, czyli o nieznanym przyczynie odpowiadającej za powstawanie skrzywienia. Częstość występowania tego typu skrzywienia wśród osób w wieku do 15 lat szacuje się na 1% do 3%, według różnych dostępnych badań naukowych, co przekłada się na od wartości liczbowe od 0,5 do 5

przypadków na 100 nastolatków, jednak tylko mniej niż 5% dotkniętych tą chorobą osobników wykazuje potwierdzone skrzywienie przekraczające 10 stopni i postępujące do 30 stopni, z większym występowaniem wśród kobiet w porównaniu z mężczyznami.

Konsekwencje progresji skrzywień kręgosłupa mogą obejmować zmniejszoną ruchomość kręgosłupa, ból pleców, zmniejszoną pojemność płuc i wyzwania psychologiczne, takie jak problemy z akceptacją własnego wyglądu i ciała, niska samoocena, która potencjalnie może objawiać się zaburzeniami depresyjnymi. Dziewczęta są bardziej predysponowane do postępu skrzywienia niż chłopcy, a deformacje kręgosłupa u dzieci są najbardziej widoczne podczas skoków wzrostu. W przypadkach, gdy leczenie zachowawcze, takie jak rehabilitacja, fizykoterapia i terapia gorsetowa, okazuje się nieskuteczne, a mimo stosowanego postępowania skrzywienie dalej się rozwija powyżej 45-50 stopni, interwencja chirurgiczna staje się realną i jedyną opcją, która może zahamować dalsze pogarszanie deformacji. Skoliozy kręgosłupa w przedziale od 40 do 60 stopni zazwyczaj skutkują kosmetyczną niedoskonałością tułowia, a także mogą potencjalnie powodować wczesne zmiany zwyrodnieniowe, dyskomfort i ograniczenie wydolności fizycznej. Natomiast, gdy ich wartość przekracza już 80-90 stopni lub więcej, może to wpływać na funkcje oddechowe, zniekształcając znacznie klatkę piersiową i zmniejszając wydolność oddechową. Masywne skrzywienia, określane również jako ciężkie, mogą upośledzać funkcjonalność innych narządów wewnętrznych i zakłócać układ krążenia, zwykle prowadząc do zmian zwyrodnieniowych, bolesnych objawów i znacznego ograniczenia czynności życia codziennego. Badania potwierdzają, że nieleczone deformacje mogą pogarszać się w wieku dorosłym, chociaż istnieją też doniesienia wskazujące, że krzywizny poniżej 30 stopni, przy osiągniętej już dojrzałości szkieletu mogą być stabilne i nie postępować dalej w wieku dorosłym. Większe skrzywienia są predysponowane do ciągłej progresji przez całe dorosłe życie, przy czym skrzywienia lędźwiowe częściej postępują w wieku dorosłym, nawet jeśli wcześniej skrzywienie wynosiło poniżej 50 stopni po osiągnięciu dojrzałości kostnej.

Jeszcze w drugiej połowie XX wieku interwencja chirurgiczna w przypadku progresji skrzywienia miała na celu przede wszystkim zatrzymanie jego postępu, gdyż dalsze postępowanie skoliozy może poważnie wpłynąć na funkcje oddechowe i ogólną funkcjonalność narządów, potencjalnie prowadząc do śmiertelnych konsekwencji. Obecnie rola leczenia chirurgicznego znacznie się rozszerzyła, koncentrując się nie tylko na poprawie funkcjonalnej, ale także kładąc nacisk na efekty kosmetyczne, które mają

kluczowe znaczenie psychologiczne dla wielu pacjentów. Z punktu widzenia chirurgicznego i publikowanych badań najbardziej istotne jest odtworzenie fizjologicznych krzywizn kręgosłupa, z największym naciskiem na balans strzałkowy. Każda interwencja medyczna niesie ze sobą nieodłączne ryzyko, a procedury chirurgiczne są szczególnie podatne na powikłania z różnych powodów. W badaniach naukowych powikłania neurologiczne, w tym te występujące okołoperacyjnie, oszacowano na 15,4%, a niektóre analizy retrospektywne odnotowały wyższe wskaźniki. W określonych ośrodkach medycznych występowały różne poziomy powikłań neurologicznych, z których większość była przejściowa i ustąpiła w ciągu kilku miesięcy po operacji. Na występowanie powikłań okołoperacyjnych wpływa wiele różnych czynników, obejmujących dostępność sprzętu, konfigurację sali operacyjnej oraz, co najważniejsze, biegłość i wiedzę chirurga. Rozwój nowoczesnej technologii, jak dostępność systemów śródoperacyjnego monitorowania rdzenia kręgowego, możliwość używania nawigacji do wprowadzania śrub transpedikularnych, a nawet wprowadzenie robotów do chirurgii kręgosłupa potencjalnie ma zmniejszyć występowanie powikłań okołoperacyjnych. Ale należy pamiętać, że obecnie dostępność ww. systemów nie jest powszechna, a kluczowym ogniwem leczenia i tak pozostaje człowiek – chirurg, gdyż nowoczesne systemy to na razie tylko narzędzia w rękach chirurga.

Ciężkie skoliozy idiopatyczne, ze skrzywieniem w płaszczyźnie czołowej powyżej 80-90 stopni są rzadkie w regionach o zaawansowanych systemach opieki zdrowotnej. Jednak pacjenci osiągają te poziomy deformacji z różnych powodów: wskutek braku leczenia, nieprawidłowego postępowania terapeutycznego, zaniedbania lub w przypadku bardzo szybkiej progresji, która może w skrajnych przypadkach wynieść nawet 30 stopni lub więcej w okresie 6 miesięcy. Już krzywizny większe niż 70-80 stopni mogą powodować upośledzenie funkcji płuc, co szczególnie podkreśla medyczną potrzebę interwencji chirurgicznej. Jednak nie ma jednej, określonej techniki operacyjnej, ugruntowanej w literaturze medycznej dla pacjentów z ciężkimi skoliozami, która zapewnia maksymalną korekcję we wszystkich trzech płaszczyznach przy minimalnych powikłaniach dla tej populacji pacjentów. Niesie to ze sobą kolejne wyzwania w chirurgicznym leczeniu skoliozy idiopatycznej. Istnieje potrzeba nadania priorytetu wstępnej prawidłowej interwencji chirurgicznej i usprawnienia optymalizacji leczenia w zakresie wczesnego wykrywania skolioz i ich ewentualnego leczenia chirurgicznego, gdy krzywe nie osiągną jeszcze wartości określanych jako ciężkie. Zwiększy to poziom bezpieczeństwa

okołooperacyjnego i wyników klinicznych. Deformacje kręgosłupa o wartościach skrzywienia powyżej 90 stopni należy wyeliminować, by w ogóle nie rozwinęły się. Zwiększenie dostępu do zabiegów korekcyjnych kręgosłupa i podnoszenie świadomości pacjentów i lekarzy jest jedynym sposobem na uniknięcie lub przynajmniej zmniejszenie występowania wśród populacji ciężkich skrzywień.

4.3.2. Cel i zakres badań

Część czynników wpływających na postęp skrzywienia nadal pozostaje nieznana, a nieleczone skoliozy z czasem mogą przekroczyć wielkość 80-90 stopni wg Cobba i więcej. W codziennym funkcjonowaniu mogą one powodować ucisk rdzenia kręgowego i struktur piersiowo-brzuszných, co może prowadzić do anomalii neurologicznych i sercowo-płucnych, wpływając na funkcjonalność pacjentów, wzrost, rozwój i wygląd fizyczny. Niewydolność oddechowa i problemy sercowo-naczyniowe są wymieniane jako główne przyczyny przedwczesnej śmierci, szczególnie w przypadkach ciężkich deformacji, gdzie dodatkowo występuje związane z wiekiem pogorszenie wydolności oddechowej. Osoby, które przechodzą operację korekcyjną skoliozy, wykazują poprawę funkcji oddechowych i mniejszą częstość występowania niewydolności oddechowej, co sugeruje potencjalny efekt zapobiegawczy związany z korekcją chirurgiczną.

Radykalna korekcja dużych i często sztywnych krzywizn zwiększa ryzyko powikłań neurologicznych, a leczenie poważnych (często zaniebywanych) deformacji kręgosłupa może być prawdziwym wyzwaniem dla chirurga kręgosłupa i całego zespołu, jak również jest bardzo poważnym obciążeniem dla organizmu pacjenta. Ciężkie skrzywienia kręgosłupa od dawna leczy się przedoperacyjnym wyciągiem zewnętrznym Halo, w różnych jego odmianach. Należą do nich: wyciąg czaszkowo-udowy Halo, wyciąg Halo czaszkowo-biodrowy lub wyciąg Halo grawitacyjny, który jest uznawany za bezpieczniejszy w stosunku do ww. wyciągów. Jako alternatywa do wyciągów zewnętrznych, powstała technika tymczasowego wyciągu wewnętrznego, z zastosowaniem nowoczesnego instrumentarium, tj. śrub transpedikularnych, haków i prętów, mocowanych poprzez wykorzystanie klasycznego dostępu tylnego do kręgosłupa (po raz pierwszy opisana w 2006 r.). Wraz z pojawieniem się na rynku nowoczesnych prętów rosnących, sterowanych magnetycznie, które mają zastosowanie w leczeniu chirurgicznym skolioz o wczesnym początku, zostały one również zaadaptowane i opisane

w literaturze, jako jedna z odmian tymczasowego wyciągu wewnętrznego, do zastosowania w stopniowym rozciąganiu kręgosłupa w leczeniu masywnych skrzywień.

Zasadniczym celem leczenia operacyjnego ciężkich skolioz powinien być kompromis pomiędzy radykalnym leczeniem a leczeniem etapowym, powolnym, przygotowującym organizm stopniowo i powoli do ostatecznej korekcji. Moje badania wchodzące w cykl dzieła habilitacyjnego łączą się tematycznie w logiczną i spójną całość, poruszającą następujące konkretne obszary mojego zainteresowania i działalności klinicznej:

- korekcja chirurgiczna ciężkich skolioz idiopatycznych o wartości kąta Cobba powyżej 90 stopni
- odtworzenie fizjologicznych krzywizn kręgosłupa, do najbardziej możliwych, zbliżonych anatomicznie bezpiecznych wartości
- bezpieczeństwo pacjentów podczas operacji kręgosłupa ciężkich skolioz
- zapobieganie powikłaniom i minimalizacja potencjalnych komplikacji
- poprawa jakości życia chorych z ciężką skoliozą
- poprawa zakresu funkcjonalności w życiu codziennym
- poprawa jakości życia
- poprawa wydolności oddechowej
- kosmetyczna poprawa znaczącej deformacji kręgosłupa, żeber i klatki piersiowej.

4.3.3. Omówienie uzyskanych wyników badań

Grabala P, Gregorczyk J, Fani N, Galgano MA, Grabala M. Surgical Treatment Strategies for Severe and Neglected Spinal Deformities in Children and Adolescents without the Use of Radical Three-Column Osteotomies. *J. Clin. Med.* 2024, 13, 4824.

Najcięższe deformacje kręgosłupa, według różnych klasyfikacji, wykazują się słabą korektywnością skrzywienia głównego w płaszczyźnie czołowej, która wynosi mniej niż 30%. Parametr ten stanowi jeden z kilku ważnych elementów prognostycznych wyników leczenia operacyjnego. Aby osiągnąć najlepszą możliwą korekcję, konieczne jest odpowiednie zmobilizowanie zdeformowanego i sztywnego kręgosłupa, a jest to proces, który często wymaga bardziej kompleksowego podejścia chirurgicznego oraz przedoperacyjnej rehabilitacji. Należy zwrócić szczególną uwagę na zapobieganie

wszelkim powikłaniom klinicznym lub neurologicznym, które mogą wystąpić podczas zabiegu. Często stosuje się kombinację wielu technik chirurgicznych w celu uzyskania optymalnych wyników i zminimalizowania częstości występowania powikłań, a pacjenta do takiego leczenia należy właściwie przygotować.

W tej pracy przeprowadzono systematyczny przegląd literatury, wykorzystując różne bazy danych, tj. EMBASE, PubMed, ScienceDirect, Web of Science, The Cochrane Library, Google Scholar i Ovid MEDLINE. Głównym celem pracy było przeanalizowanie technik chirurgicznych powszechnie stosowanych w złożonych deformacjach kręgosłupa, bez stosowania technik osteotomii trójkolumnowych (tj. różnych technik resekcji trzonu kręgowego), uważanych w literaturze za mające wyższe ryzyko poważnych powikłań, takich jak trwały deficyt neurologiczny, niewydolność oddechową czy nawet zgon.

Wyciąg czaszkowy Halo grawitacyjny (HGT) jest powszechnie stosowany w praktyce klinicznej w celu zmniejszenia ryzyka chirurgicznego u pacjentów cierpiących na ciężką skoliozę przed zastosowaniem skomplikowanych zabiegów chirurgicznych. Metoda ta polega na przymocowaniu pierścienia Halo do czaszki pacjenta specjalnymi pin-ami, a następnie stopniowo, poprzez zastosowanie trakcji - wyciągu za czaszkę, pozwala rozciągać kręgosłup, stopniowo zwiększając obciążenie wyciągu, aż osiągnie 50% całkowitej masy ciała. Czas trwania schematu trakcji różni się w zależności od stopnia deformacji, niemniej jednak większość pacjentów poddaje się takiemu leczeniu przez okres 3 tygodni. W tym czasie stosowana jest intensywna rehabilitacja i fizykoterapia. Ta metoda służy do wydłużenia kręgosłupa, zwiększając tym samym jego elastyczność i zmniejszając krzywiznę przed ostatecznym zabiegiem chirurgicznym (nawet o 40 % wg danych z literatury), poprawiając wydolność oddechową, masę ciała, a tym samym zmniejszając zagrożenia chirurgiczne i wpływając pozytywnie na ogólne wyniki całościowego leczenia. Długość terapii HGT jest ustalana na podstawie zdolności pacjenta do adaptacji i tolerowania leczenia, a także potencjalnej kontroli bólu.

Wyciąg czaszkowo-udowy (HFT) został przedstawiony w literaturze jako alternatywa dla trakcji przedoperacyjnej, podobnej do HGT. Wykorzystanie HFT następuje przed ostatecznym zabiegiem spondylodezy z dostępu tylnego, z możliwością wcześniejszego tzw. uwolnienia przedniego (anterior release) kręgosłupa lub też bez stosowania uwolnienia przedniego przed zastosowaniem trakcji. Rozpoczęcie HFT następuje zazwyczaj dwa dni po przednim uwolnieniu kręgosłupa, z początkową wagą 1–2 kg, stopniowo zwiększającą się o 1 do 2 kg dziennie, aż do osiągnięcia procentu

równowążnego do 50% masy ciała pacjenta. Wyciąg jest utrzymywany przez co najmniej 12 godzin każdego dnia, zmniejszając się o 50% w okresie snu pacjenta. W przypadku pacjentów cierpiących na idiopatyczną skoliozę badania wykazały, że główne skrzywienie zostało średnio korygowane w ok. 40% po zakończeniu fazy wyciągu. W przeciwieństwie do HGT pacjent nie może być pionizowany ani być w trakcie traktacji na specjalnym wózku ortopedycznym, co wymaga od pacjenta ciągłego leżenia w łóżku przez cały proces leczenia wyciągowego. Ograniczenie do leżenia w łóżku podczas traktacji stwarza ryzyko nasilenia powikłań u pacjenta, takich jak odleżyny i powikłania płucne. W związku z tym przedoperacyjny HGT jest ogólnie bardziej preferowany niż HFT.

Kolejnym stosowanym typem wyciągu w leczeniu ciężkich deformacji kręgosłupa, zwłaszcza skolioz nerwowo-mięśniowych lub skrzywień lędźwiowych ze skośnym ustawieniem miednicy, jest wyciąg śródoperacyjny, wykonywany na stole operacyjnym na czas operacji. Obecność skośnego ustawienia miednicy (asymetria ustawienia talerzy biodrowych) może prowadzić do nieprawidłowej postawy siedzącej i uporczywych odleżyn, co czyni ją kluczowym problemem do rozwiązania w celu osiągnięcia pozytywnego wyniku, jest to więc zadanie często skomplikowane i wieloaspektowe. W zakresie leczenia skośnego ustawienia miednicy śródoperacyjny wyciąg halo (HT) staje się cennym dodatkiem do poprawy korekcji tego stanu. Rozpoczęcie HT następuje po indukcji znieczulenia, przy czym każda korona Halo jest stabilizowana zazwyczaj 4 pinami. Następnie drut Kirschnera jest wprowadzony w nadkłykieć kości udowej po stronie wykazującej uniesiony talerz biodrowy. Po przyjęciu ułożenia na brzuchu w konwencjonalny sposób do Halo przykładana jest siła traktacji 6-7 kg, którą następnie stopniowo zwiększa się do średnio 11-12 kg, aż miednica osiągnie pożądane ustawienie. Wyniki badań naukowych wskazały na znaczącą 78-proc. korektę skośnego ustawienia miednicy w grupie HT, w przeciwieństwie do 52-proc. w grupie kontrolnej. Warto zauważyć, że badania skupiające się na śródoperacyjnej HFT nie udokumentowały żadnych powikłań związanych z traktacją śródoperacyjną.

Kolejną techniką stosowaną w leczeniu ciężkich deformacji kręgosłupa jest tzw. uwolnienie przednie. Zabiegi te są często wykonywane w kręgosłupie piersiowym i lędźwiowym, aby pomóc w zwiększeniu elastyczności i poprawieniu możliwości korekcyjnych deformacji strzałkowych i czołowych. Obejmują one najczęściej uwolnienie przednie i spondylodezę z dostępu tylnego. Mogą być wykonywane zarówno endoskopowo, jak i techniką otwartą, a wyniki końcowe są podobne. Jednak poważne

deformacje stanowią wyzwanie ze względu na zmiany anatomiczne w ścianie klatki piersiowej (znaczące deformacje żeber) i w kręgosłupie, co sprawia, że dojście endoskopowe jest niepraktyczne w takich przypadkach, trudne i obciążone ryzykiem powikłań uszkodzenia płuca i dużych naczyń krwionośnych. Ważne jest, aby zaznaczyć, że zarówno dostęp endoskopowy, jak i otwarty są powiązane z negatywnym wpływem na funkcję płuc w porównaniu z operacjami wyłącznie z dostępu tylnego, co potwierdzają różne badania naukowe. Technika przedniego uwalniania obejmuje resekcję dysków i tylnego pierścienia włóknistego oraz uwolnienie tylnego więzadła podłużnego. Następnie często usuwa się wypukłą dolną płytkę graniczną, czasami wraz z wycięciem wypukłej górnej płytki granicznej lub bez, ale wypukła górna płytka graniczna powinna być również wycinana w pobliżu wierzchołka krzywizny, zwiększając w ten sposób elastyczność kręgosłupa. Ta procedura nie tylko zwiększa elastyczność krzywicy, ale także łagodzi kifozę piersiową podczas późniejszej tylnej spondylodezy. Badania wykazały, że to łączone podejście osiąga wskaźnik korekcji wynoszący 40–50% u osób z ciężką skoliozą. Te procedury są niejednokrotnie konieczne dla uzyskania odpowiedniej korekcji kręgosłupa zarówno w płaszczyźnie strzałkowej, jak i czołowej, ale w ostatnich latach straciły nieco na popularności na korzyść wyciągów czaszkowych Halo i tzw. uwolnienia tylnego, bez naruszania chirurgicznego ciągłości klatki piersiowej.

Ciężka skolioza charakteryzuje się już strukturalnymi zmianami kostnymi, których nie można w pełni skorygować poprzez samo uwolnienie tkanek miękkich. Przy wyborze odpowiedniego rodzaju osteotomii w celu najlepszej korekcji skoliozy należy wziąć pod uwagę kilka czynników. Obejmują one zakres potrzebnej korekcji, konkretną lokalizację deformacji, stopień zaburzenia balansu w płaszczyźnie strzałkowej i czołowej, ogólny stan zdrowia pacjenta oraz doświadczenie chirurga. W licznych publikacjach naukowych terminy osteotomia Ponte i Smith-Petersen (SPO) są często używane zamiennie, co sprawia, że wielu chirurgów postrzega je jako identyczne techniki chirurgiczne. Pomimo tego powszechnego przekonania należy pamiętać, że nie są one całkowicie identyczne, a wynikające z nich rozbieżności należy określić i zrozumieć kompleksowo. Widoczne różnice między dwiema osteotomiami ujawniają się w różnych aspektach, takich jak rodzaj i zakres wykonanych resekcji, odrębne lokalizacje anatomiczne, dla których zostały pierwotnie opracowane (lędźwiowe kontra piersiowe) oraz klasyfikacja według klasyfikacji osteotomii Schwaba, przy czym stopień 1 przypisano osteotomii Smitha-Petersena, a stopień 2 osteotomii Ponte. SPO obejmuje precyzyjną resekcję stawów

międzykręgowych odcinka lędźwiowego i odłączenie więzadła żółtego od dolnej krawędzi blaszki i dolnego wyrostka stawowego, bez żadnej resekcji blaszek. W przypadku jej stosowania w celu zwiększenia elastyczności w kifozie piersiowej korektę uzyskuje się poprzez szerokie otwarcie przednich przestrzeni międzykręgowych i wydłużenie przedniej kolumny. Z drugiej strony osteotomia Ponte obejmuje szeroką resekcję stawów międzykręgowych odcinka piersiowego, blaszek i całkowite usunięcie więzadła żółtego. W przypadkach hiperkifozy piersiowej, pierwotnego wskazania, korektę ułatwia znaczne zmniejszenie długości kolumny tylnej, osiągnięte poprzez zamknięcie szczelin osteotomii za pomocą sił kompresji stosowanych segmentowo i skierowanych wierzchołkowo. Brak wydłużenia kolumny przedniej wynikającego z rozległych otworów przestrzeni międzykręgowych przednich pomaga utrzymać natychmiastową i długoterminową zdolność do dzielenia obciążeń oraz stabilność procedury korekcyjnej. Osteotomie Ponte obejmują tylne usunięcie górnych i dolnych powierzchni stawowych, blaszek, więzadła żółtego i wyrostków kolczystych w celu leczenia skoliozy. W przeciwieństwie do SPO osteotomia Ponte na ogół nie wydłuża lub wydłuża minimalnie przednią kolumnę kręgosłupa, co czyni ją bezpieczną opcją w przypadku zabiegów kręgosłupa piersiowego. Dokładne usunięcie blaszek jest konieczne, aby zmniejszyć ryzyko ucisku rdzenia kręgowego. Techniki korekcyjne osteotomii kolumny tylnej (PCO) składają się z osteotomii SPO i Ponte'a. Są one rekomendowane jako realne opcje leczenia osób z poważnymi cechami sztywnej deformacji kręgosłupa. Stopień korekcji, jaki można osiągnąć przy umiejętnym zastosowaniu PCO, to 10° na poziom, jeśli krążki międzykręgowe pozostają ruchome. Wykonywana na wielu poziomach, oferuje potężne możliwości zwiększenia ruchomości kręgosłupa, a tym samym wpływa na korekcję kręgosłupa w trzech płaszczyznach.

Zupełnie inną alternatywną techniką jest tzw. czasowy wyciąg wewnętrzny kręgosłupa (temporary internal distraction, TID), który może służyć w przypadkach, gdy zewnętrzna trakcja nie jest zalecana, lub pacjenci nie tolerują takich wyciągów. Po raz pierwszy technika została zastosowana i opisana przez Buchowskiego w 2006 roku. Oryginalna metodologia stosowania TID zakłada wykonanie pełnego dostępu tylnego do kręgosłupa, implantację śrub transpedikularnych i haków, wielopoziomowe osteotomie tylnej kolumny kręgosłupa PCO, a następnie dystrakcję skrzywienia. W literaturze opisano do chwili obecnej różne formy modyfikacji tej metody. W badaniach naukowych zaobserwowano średnią korekcję krzywizny na poziomie 53% (w zakresie od 39% do 79%), dając

porównywalne wyniki do HGT i HFT. W badaniach oceniających TID zaobserwowano wyraźny brak jakichkolwiek trwałych powikłań neurologicznych czy infekcyjnych wynikających z procedury, ale integracja neuromonitoringu stanowiła kluczową i niezbędną fazę w całym procesie leczenia, szczególnie podczas dystrakcji. Po umieszczeniu prętów stosuje się stopniowe rozciąganie kręgosłupa, aby osiągnąć maksymalne jego wydłużenie. Zabieg może być wykonywany jednoetapowo z ostateczną spondylodezą lub może ona zostać wykonana w trybie odroczonej jako drugi etap.

Magnetycznie kontrolowany pręt rosnący (MCGR) jako tymczasowa metoda wyciągu wewnętrznego, którą opisali Di Silvestre i in., obejmuje dwuetapowy proces korekcji tylnej w celu leczenia ciężkiej młodzieńczej idiopatycznej skoliozy (AIS). Po początkowej operacji stopniowa dystrakcja przy użyciu MCGR dawała średnie wydłużenie kręgosłupa o 2 cm w okresie 2 tygodni bez żadnych powikłań. Podczas kolejnej operacji MCGR był usuwany i zastępowany ostatecznymi prętami w celu ostatecznej spondylodezy, przy średniej gęstości śrub transpedikularnych wynoszącej 93,3%. Autorzy badania doszli do wniosku, że metoda stopniowej trakcji z MCGR w przypadku ciężkiej AIS jest bezpiecznym podejściem do korekcji ciężkich krzywizn przed ostateczną spondylodezą, bez ryzyka powikłań neurologicznych związanych z bardziej agresywnymi operacjami jednoetapowymi. W sposób etapowy MCGR został przedstawiony jako realna alternatywa dla trakcji Halo, skutecznie zmniejszając występowanie powikłań związanych ze stosowaniem wyciągu. W literaturze opisano modyfikacje tej techniki, jakkolwiek wszystkie dotyczą użycia pełnego otwarcia kręgosłupa z dostępu tylnego i wprowadzenia leczenia etapowego.

Dodatkową opcją korekcji dużych skrzywień są zabiegi na żebrach, resekcja żeber i torakoplastyka. Metody te mogą być stosowane w jednoetapowej operacji ze spondylodezą tylną albo wykonywane w drugim etapie już po operacji spondylodezy. Korekcja garbu żebrowego odgrywa kluczową rolę w zwiększaniu satysfakcji pacjenta. Torakoplastyka nie tylko poprawia estetykę, ale także oferuje dodatkowe źródło autologicznego przeszczepu kości, mając jednocześnie minimalny wpływ na funkcję płuc w okresie 2-letniej obserwacji. Pomimo postępów w technikach derotacji kręgów torakoplastyka nadal jest istotna ze względu na związane z nią korzyści. Chociaż jest satysfakcjonującym zabiegiem (tj. wiąże się ze zwiększonym poziomem satysfakcji po operacji zgodnie z badaniem samooceny pacjentów), nie jest pozbawiona ryzyka, w tym tymczasowego upośledzenia funkcji płuc, bólu klatki piersiowej, potencjalnych powikłań oddechowych i drenażu klatki piersiowej, a w rzadkich przypadkach wytworzenia klatki piersiowej wiotkiej i

pseudoartrozy, ale mimo wszystko powikłania te nie są oceniane w literaturze jako częste. Opisano wiele różnych technik korekcji garbu żebrowego. Biorąc pod uwagę niskie ryzyko związane z torakoplastyką, rozsądne jest oferowanie tej opcji osobom z dużym garbem żebrowym, u których korekcja deformacji kręgosłupa poprzez samą korekcję skoliozy lub jednostronną plastykę żeber może być niewystarczająca. Literatura medyczna potwierdza skuteczność i bezpieczeństwo tej techniki operacyjnej w leczeniu deformacji garbu żebrowego u pacjentów charakteryzujących się ciężką i sztywną skoliozą, obok wyraźnej dysfunkcji płuc. Interwencja ta nie wywołała żadnych znaczących zmian w długoterminowej funkcji płuc osób biorących udział w badaniu.

Wyciąg przedoperacyjny czaszkowy Halo, Halo udowy, śródoperacyjny, a także inne techniki uwalniania kręgosłupa (np. przednia, tylna lub łączona) oraz wyciąg czasowy wewnętrzny wykazały znaczną skuteczność w leczeniu operacyjnym ciężkiej i sztywnej idiopatycznej skoliozy. Techniki te pozostają złotym standardem w leczeniu ciężkich deformacji kręgosłupa. Połączenie kilku z tych metod może prowadzić do optymalnej korekcji skrzywienia bez konieczności wykonywania technik wysokiego ryzyka jak w przypadku osteotomii trójkolumnowych. Opisane wyżej metody zmniejszają potencjalne ryzyko powikłań neurologicznych i płucnych, zapewniając jednocześnie znaczące wyniki poprawy klinicznej. Bardzo pomocna osteotomia PCO jest wskazana w przypadku ciężkiej skoliozy, skrzywieniach o słabej korektywności, w celu lepszego przywrócenia hipokifozy lub zmniejszenia hiperkifozy. Techniki te, w połączeniu z HGT lub tymczasowym wyciągiem wewnętrznymi, są zalecane jako realne opcje leczenia osób z ciężkimi i sztywnymi deformacjami kręgosłupa. Należy zauważyć, że obecność neuromonitoringu jest kluczowa w trakcie tych procedur.

Grabala P, Helenius IJ. Clinical and Radiological Outcomes of Less Invasive Temporary Internal Distraction Followed by Staged Pedicle Screw Instrumentation in Adolescents with Severe Idiopathic Scoliosis at 2-Year Minimum Follow-Up. World Neurosurg. 2020 Nov;143: e464-e473.

Celem tej pracy było przedstawienie i analiza wyników leczenia ciężkich skolioz idiopatycznych u nastolatków przy zastosowaniu mojej zmodyfikowanej techniki operacyjnej tymczasowego wyciągu wewnętrznego, określonego jako mniej inwazyjny czasowy wyciąg wewnętrzny (*less invasive temporary internal distraction, LI-TID*). Oryginalną technikę Buchowskiego zaadaptowałem do swoich potrzeb, zmniejszając zakres otwarcia kręgosłupa (w odniesieniu do oryginalnej techniki), minimalizując tym

samym krwawienie i traumatyzację tkanek miękkich przykręgosłupowych, przy jednoczesnym osiągnięciu przynajmniej podobnego efektu operacyjnego.

W pierwszym etapie operacji pacjentów układano w pozycji na brzuchu. Po wprowadzeniu znieczulenia ogólnego z intubacją tchawicy wykonano dwa krótkie nacięcia, podobnie jak w przypadku standardowej techniki stosowanej w przypadku implantacji prętów rosnących, nad proksymalnym odcinkiem piersiowym i dolnym odcinkiem lędźwiowym kręgosłupa. Implantacja śrub transpedikularnych, z osteotomią typu Ponte były zazwyczaj wykonywane pomiędzy kręgami Th2 i Th5 (lub Th6) oraz pomiędzy Th12 i L4. Następnie mierzono, docinano i profilowano dwa pręty ze stopu tytanu w celu korekcji deformacji. Pręty wprowadzano podskórnie, podpowięziowo i łączono ze śrubami segmentarnymi, a następnie wykonywano synchroniczną derotację dwóch prętów (równocześnie) pod kontrolą neuromonitoringu rdzenia kręgowego. Następnie wykonano bezpieczną i optymalną wewnętrzną dystrakcję kręgosłupa (pod kontrolą neuromonitoringu) i blokowano zaimplantowane tymczasowe pręty blokerami. Ranę zszywano warstwowo. Nie stosowano unieruchomienia pooperacyjnego gorsetem. Drugi etap przeprowadzono w ciągu 2-6 tygodni po pierwszym etapie. Obejmował on pełne otwarcie i dostęp do kręgosłupa w zakresie stabilizowanych poziomów, osteotomię Ponte na szczycie skrzywienia, dokręcenie obustronne śrub transpedikularnych w wolne kręgi i ostateczną korekcję z wymianą prętów ze stopu tytanu na dwa odpowiednio wyprofilowane pręty kobaltowo-chromowe w celu uzyskania większych sił korekcyjnych. Deformację kręgosłupa korygowano za pomocą kombinacji powszechnie znanych metod korekcji, jak derotacja pręta, manewry kompresji-dystrakcji, derotacja techniką Direct Vertebral Derotation oraz konturowanie pręta in-situ. Dekortykację kości wykonano na wszystkich poziomach objętych stabilizacją, a przeszczepy kości umieszczono wzdłuż instrumentarium. Następnie ranę zamykano warstwowo z drenami podpowięziowymi, które usuwano zazwyczaj 48 godzin po operacji, a pacjentom pozwolono na ćwiczenia z fizjoterapeutą i chodzenie. Nie stosowano unieruchomienia pooperacyjnego. U wszystkich pacjentów prowadzono śródoperacyjny neuromonitoring rdzenia kręgowego. Jeśli występowało rzeczywiste zdarzenie w trakcie monitorowania, natychmiastowe uwolnienie osiągniętej korekcji doprowadzało do natychmiastowego powrotu potencjałów, a dalsza dystrakcja nie była już wykonywana, gdyż byłaby zbyt ryzykowna.

Cała procedura rozłożona na dwa etapy umożliwia bezpieczną zaawansowaną korekcję deformacji. W badaniu postawiłem hipotezę, że etapowe leczenie chirurgiczne

ciężkich skolioz idiopatycznych, przy zastosowaniu leczenia etapowego, z użyciem w pierwszym etapie mniej inwazyjnego wyciągu wewnętrznego czasowego i wykonaniu w drugim etapie ostatecznej korekcji ze spondylodezą, zapewni znaczną korekcję deformacji w trzech płaszczyznach, poprawi funkcję płuc i jakość życia u chorych ze skoliozą. Wszyscy pacjenci byli monitorowani przez co najmniej 2 lata po operacji. Głównym kryterium włączenia do analizy była ciężka skolioza idiopatyczna i zastosowanie dwuetapowej procedury chirurgicznej. Za wskazania do tego typu operacji przyjęliśmy wielkość głównego skrzywienia powyżej 90 stopni i korektywność skrzywienia mniej niż 30% (oceniając na radiogramach wygięciowych wykonywanych na stojąco). Analizowane parametry obejmowały cechy kliniczne (garb żebrowy), standardowe parametry radiologiczne (oceniane w skoliozach), wyniki badań czynnościowych płuc (spirometria) oraz dane okołoperacyjne (czas operacji, utrata krwi) i powikłania. Jakość życia związaną z chorobą oceniano z wykorzystaniem kwestionariusza *Scoliosis Research Society Outcomes (SRS-22r)*. Wszystkie te parametry zostały zebrane przed operacją, po wstępnym etapie dystrakcji, po ostatecznej korekcji i podczas okresu obserwacji.

W badaniu wzięło udział łącznie 22 pacjentów, a ich średni wiek wynosił 14,8 lat. Podczas I etapu średni czas operacji wynosił 183 minuty, a średnia utrata krwi wynosiła 601 ml. Podczas II etapu (operacji ostatecznej) średni czas zabiegu wynosił 341 minut, a średnia utrata krwi wynosiła 795 ml. Średni odstęp między 2 operacjami wynosił 3 tygodnie. Średnia długość T1-S1 wzrosła o 6,2 cm (po wstępnej operacji dystrakcji) i o 2,8 cm po drugim etapie (ostateczna spondylodeza). Średni czas pobytu w szpitalu wynosił 4 dni w pierwszym etapie operacji i 5 dni w ostatnim etapie. Średnie przedoperacyjne skrzywienie główne wynosiło 120 stopni, a średnia wielkość kifozy piersiowej wynosiła 80 stopni. Średnia przedoperacyjna korektywność skrzywienia wynosiła 31%. Po pierwszej operacji dystrakcyjnej średnie skrzywienie czołowe zostało skorygowane do 75 stopni, a kifoza piersiowa do 52 stopni. Po drugim etapie (operacja ostateczna) odpowiednio do 58 stopni i do 32 stopni. Wartości te pozostały stabilne w okresie obserwacji. Średnia wysokość kręgosłupa przed operacją (T1-S1) uległa wydłużeniu z 33,2 cm przed operacją do 40,5 cm podczas okresu obserwacji. Średnia przedoperacyjna wartość FVC% uległa poprawie z 44,5% do 66,5% podczas ostatniej wizyty kontrolnej. Ponadto przedoperacyjna wartość FEV1% uległa poprawie z 42,7% do 67,9% podczas ostatniej wizyty kontrolnej. Zatem wydolność oddechowa naszych pacjentów poprawiła się o około 30% w stosunku do wartości wyjściowych.

Średni całkowity wynik SRS-22r uległ także znacznej poprawie, z początkowej wartości 2,9 przed operacją do 4,1 podczas ostatniej wizyty kontrolnej w okresie obserwacji. Szczegółowe domeny kwestionariusza SRS-22r, w tym ból, funkcja, samoocena, zdrowie psychiczne i satysfakcja, wykazały istotną statystycznie poprawę od przedoperacyjnej do tej w okresie obserwacji.

Wśród operowanych pacjentów 22,7% doświadczyło śródoperacyjnej zmiany potencjałów neuromonitoringu (NM) rdzenia kręgowego, jednak żaden z pacjentów nie doświadczył pooperacyjnego deficytu neurologicznego. Zmiany w NM występowały podczas manewrów korekcyjnych, co skutkowało zmniejszeniem ostatecznej korekcji. U dwóch pacjentów rozwinął się zespół tętnicy kręzkowej górnej po operacji i ustąpił samoistnie w ciągu odpowiednio 14 dni po ostatecznej spondylodezie.

Na podstawie przeprowadzonego badania można jednoznacznie stwierdzić, że moja etapowa technika z czasowym wyciągiem wewnętrznym okazała się bezpieczną opcją korekcji deformacji kręgosłupa i poprawy wydolności funkcji płuc w porównaniu do innych technik opisywanych w literaturze z naruszeniem ciągłości klatki piersiowej, jak np. uwolnienie przednie, resekcja żeber czy osteotomia trójkolumnowa. Żaden z operowanych pacjentów nie rozwinął powikłań oddechowych, nie wymagał reintubacji ani tracheotomii. Po operacji u żadnego pacjenta nie stwierdzono objawów zakażenia rany ani deficytów neurologicznych. Podczas ostatniej wizyty kontrolnej w okresie obserwacji nie wystąpiły żadne objawy bólowe ani komplikacje związane z implantami.

Grabala P, Chamberlin K, Grabala M, Galgano MA, Helenius IJ. No Benefits in Using Magnetically Controlled Growing Rod as Temporary Internal Distraction Device in Staged Surgical Procedure for Management of Severe and Neglected Scoliosis in Adolescents. J Clin Med. 2023 Aug 17;12(16):5352.

Kolejna opublikowana praca jest kontynuacją analizy wyników leczenia operacyjnego ciężkich skolioz przy zastosowaniu zmodyfikowanej metody wyciągu wewnętrznego, ale z użyciem nowatorskiego pręta magnetycznego. Należy zaznaczyć, że MCGR są implantami kosztownymi i do tej pory nie potwierdzono ich jednoznacznej wyższości, zastosowanych jako wyciąg wewnętrzny, w stosunku do powszechnie stosowanego na całym świecie od wielu lat wyciągu czaszkowego grawitacyjnego-HGT. HGT to przede wszystkim rozwiązanie tańsze, ale leczenie tymi obiema technikami jest diametralnie

różne, biorąc pod uwagę długość całego procesu, pobyt w szpitalu, ilość koniecznych operacji, utratę krwi czy ryzyko powikłań.

Postanowiłem porównać pacjentów leczonych przy użyciu tych dwóch metod, aby lepiej określić, zidentyfikować i wyizolować różnice między nimi. Do udziału w badaniu wyselekcjonowano łącznie 30 pacjentów spełniających kryteria. Grupa 1 stanowiła chorych leczonych przedoperacyjnym HGT, a w grupie 2 zastosowano leczenie etapowe, z użyciem czasowego wyciągu wewnętrznego za pomocą MCGR (TID-MCGR). Kryteriami włączenia do badania byli pacjenci, u których główne skrzywienie kręgosłupa wносиło więcej niż 90° wg Cobba, z korektywnością skrzywienia poniżej 30% oraz u których zastosowano leczenie z przedoperacyjnym HGT z następową ostateczną spondylodezą z dostępu tylnego (PSF) lub przy zastosowaniu dwuetapowej operacji z początkowym użyciem TID-MCGR (etap 1), a następnie PSF (etap 2).

Wśród badanych pacjentów analizowano podstawowe parametry klatki piersiowej, parametry charakterystyczne dla deformacji kręgosłupa, m.in. korektywność kręgosłupa, pomiar garbu żebrowego, wysokości tułowia i *apical vertebral rotation* (AVR) przed operacją, po pierwszej operacji, po ostatecznej korekcji i usztywnieniu kręgosłupa oraz w ostatnim okresie obserwacji. Przedoperacyjne badanie MRI całego kręgosłupa przeszli wszyscy pacjenci, a w trakcie operacji u wszystkich pacjentów prowadzono śródoperacyjne monitorowanie rdzenia kręgowego (SSEP i MEP).

18 pacjentów (średni wiek wynosił 15,5 lat) stanowiło grupę 1 (G1), zaś 12 pacjentów (średni wiek wynosił 14,2 lat) znalazło się w grupie 2 (G2). Odstęp między kolejnymi zabiegami (etapami) wynosił średnio 32,7 dni. Średnia przedoperacyjna wartość skrzywienia głównego (MC) wynosiła 118° i 112° odpowiednio w G1 i G2. Średnia przedoperacyjna korektywność skrzywienia wahała się od 18% w G1 do 21% w G2. Podczas ostatecznej operacji MC skorygowano do 42° i 44° odpowiednio w G1 i G2. Średni procent korekty MC był podobny w obu grupach (odpowiednio 65% vs. 61% w G1 i G2). Nie zaobserwowano istotnej progresji MC podczas obserwacji w żadnej z grup. Średnia przedoperacyjna kifoza piersiowa wynosiła $92,5^\circ$ w G1 i 98° w G2. Skorygowano ją do 44° w G1 i 39° w G2. Średnia lordoza lędźwiowa przed operacją wynosiła -62° w G1 i -49° w G2, co zostało skorygowane do -42° w G1 i -39° w G2. Średnie AVR przed operacją poprawiło się z 72 mm do 33 mm podczas ostatniej wizyty kontrolnej w G1 i z 68 mm do 34 mm podczas ostatniej wizyty kontrolnej w G2 ($p < 0,001$). W obu grupach uzyskano istotną poprawę współczynnika korekcji pomiędzy parametrami

przedoperacyjnymi i podczas wizyty kontrolnej ($p < 0,001$). Śródoperacyjne zmiany neuromonitoringu (NM) odnotowano u 50% pacjentów w G2 i 16,6% pacjentów w G1 ($p < 0,001$). Zmiany NM były związane z dystrakcją zdeformowanego kręgosłupa. Po zmniejszeniu dystrakcji kręgosłupa odpowiedzi NM powróciły do normy. Żaden z pacjentów nie wykazał nowego pooperacyjnego deficytu neurologicznego, ale zapalenie płuc zaobserwowano odpowiednio u 11% w G1 i 25% w G2 ($p < 0,001$; G1 vs. G2). W G1 odnotowaliśmy 27,8% powierzchniowych infekcji wokół pin-ów. W G2 odnotowaliśmy w 25% wystąpienie zespołu tętnicy kręzkowej górnej (SMAS). Żaden z pacjentów nie wymagał dodatkowego leczenia poza specjalną dietą. Podczas końcowej obserwacji nie zaobserwowano żadnych dodatkowych powikłań.

Moja analiza wykazała podobne wyniki kliniczne i radiograficzne uzyskane przy użyciu przedoperacyjnego HGT jak i przy zastosowaniu leczenia etapowego z czasową wewnętrzną dystrakcją przy użyciu MCGR w przypadku leczenia ciężkich skrzywień. Specyficznym zidentyfikowanym powikłaniem śródoperacyjnym przy użyciu MCGR jako tymczasowego urządzenia do wewnętrznej dystrakcji było 50-proc. ryzyko przejściowych zmian neuromonitoringu z powodu znacznej siły przyłożonej do kręgosłupa, radykalnej dystrakcji kręgosłupa i operacji etapowej. Zastosowanie HGT powoduje więc mniejszą utratę krwi i krótszy całkowity czas znieczulenia.

Istnieją różne protokoły stosowania przedoperacyjnego HGT, a przebieg leczenia również może się różnić, ale wielu badaczy potwierdziło zasadność i potrzebę jego stosowania w leczeniu ciężkich deformacji. Zastosowanie stopniowego systemu wydłużania kręgosłupa z MCGR w ciężkich skoliozach idiopatycznych można uznać za alternatywną technikę leczenia o stosunkowo wysokim ryzyku przejściowych zmian neuromonitoringu. Stosowanie MCGR jako czasowego wyciągu wewnętrznego może wyeliminować długoterminowe leczenie szpitalne jak w przypadku HGT i dostarczyć większej siły trakcyjnej do kręgosłupa, po zastosowaniu tylnego uwalniania PCO w pierwszym etapie leczenia. Technika ta umożliwia stopniową korekcję krzywizny przed ostateczną operacją tylną z usztywnieniem, ale wiąże się ze wzrastającym ryzykiem powikłań neurologicznych związanych z bardziej agresywnymi operacjami jednoetapowymi bez przedoperacyjnego HGT. Istnieją jednak wady tej metody, które nie każdy pacjent może zaakceptować. Obejmują one leczenie etapowe z dwoma szerokimi, pełnymi dostęпами do kręgosłupa, dwie operacje w znieczuleniu, pobyt na bloku

operacyjnym i wyższe ryzyko spadku potencjałów neuromonitoringu rdzenia kręgowego podczas dwóch cykli leczenia.

Pacjenci z obu grup osiągnęli zadowalające wyniki, przy akceptowalnym ryzyku niewielkich powikłań. Obie techniki chirurgiczne dają dobre wyniki leczenia, a ostateczny efekt jest porównywalny bez statystycznych różnic w parametrach chirurgicznych i radiologicznych, ale mimo to agresywne zabiegi chirurgiczne mogą powodować więcej powikłań śród- i pooperacyjnych. Przedoperacyjny HGT pozwala na częściową, mniej inwazyjną i bezpieczniejszą korekcję dużych i sztywnych skrzywień, często ze skrzywieniami kompensacyjnymi, dzięki czemu ostateczną korekcję i stabilizację śrubami transpedikularnymi można wykonać na mniejszej deformacji, co również minimalizuje ryzyko powikłań. Są jednak pacjenci, którzy z różnych powodów nie tolerują długiego pobytu w szpitalu i/lub leczenia wyciągiem czaszkowym Halo np. w niestabilności szyjnej, i w takich przypadkach opisana technika może być cenną alternatywą dla HGT.

Grabala P, Galgano MA, Grabala M, Buchowski JM. Radiological and Pulmonary Results of Surgical Treatment of Severe Idiopathic Scoliosis Using Preoperative Halo Gravity Traction Compared with Less Invasive Temporary Internal Distraction in Staged Surgery in Adolescents. J Clin Med. 2024 May 13;13(10):2875.

W literaturze medycznej brakuje badań bezpośrednio porównujących wyniki leczenia operacyjnego ciężkich skolioz przy zastosowaniu przedoperacyjnego HGT i mojej zmodyfikowanej metody czasowego wyciągu wewnętrznego - mniej inwazyjnego czasowego wyciągu wewnętrznego, gdyż jest to modyfikacja stosunkowo niedawno opublikowana (2020). Celem niniejszego badania było porównanie ze sobą dwóch grup pacjentów, poddanych leczeniu tymi technikami, aby wyselekcjonować potencjalne różnice pod względem uzyskanych wyników chirurgicznych i radiologicznych, wydolności oddechowej (PF) i jakości życia (QoL).

Do badania włączono 62 pacjentów ze zdiagnozowaną ciężką idiopatyczną skoliozą (skrzywienie główne powyżej 90 stopni wg Cobba) i korektywnością skrzywienia poniżej 30%. W pierwszej grupie znaleźli się pacjenci, u których w leczeniu stosowano przedoperacyjny HGT, a następnie wykonywano korekcję skrzywienia kręgosłupa z dostępu tylnego, stosując powszechnie znane i udokumentowane techniki, z użyciem śrub transpedikularnych i prętów, dążąc do uzyskania spondylodezy w odcinku operowanym

(PSF). Do grupy drugiej wybrano pacjentów leczonych operacyjnie dwuetapowo, gdzie w I etapie wykonywano procedurę mniej inwazyjną, z czasowym wyciągiem wewnętrznym, a w II etapie wykonywano ostateczną korekcję i spondylodezę wg zasad opisanych w omawianej pracy powyżej (druga publikacja cyklu habilitacyjnego). Ocena skuteczności leczenia, szczególnie w zakresie korekcji deformacji kręgosłupa, obejmowała standardowe pomiary radiologiczne stosowane w deformacjach oraz pomiary wydolności płuc (spirometria) i jakości życia. Analizowano wyniki badań czynnościowych płuc FVC%, FEV1%, powikłania okołoperacyjne oraz dokonano oceny jakości życia przy użyciu kwestionariusza Scoliosis Research Society-22r (SRS-22r). Czas trwania obserwacji operowanych pacjentów wynosił od 2 do 5 lat. Pacjentom przedstawiono dwie opcje leczenia: HGT lub less invasive temporary internal distraction (LITID). Nie wszyscy pacjenci preferowali HGT i podobnie nie wszyscy wyrażali zgodę na proponowane leczenie etapowe z udziałem LITID. Pacjenci, u których stosowano przedoperacyjny HGT, stanowili grupę 1 (G1), podczas gdy grupa 2 (G2) obejmowała osoby leczone LITID, a następnie w II etapie PSF. Wszyscy pacjenci kwalifikowani do leczenia operacyjnego zostali poddani przedoperacyjnemu badaniu rezonansu magnetycznego (MRI) całego kręgosłupa w celu zidentyfikowania lub wykluczenia dodatkowych patologii wpływających na rdzeń kręgowy. Wszystkie oceniane parametry odnotowywano przed operacją, po każdym etapie leczenia oraz w okresie obserwacji. Procedury chirurgiczne wykonywano pod kontrolą śródoperacyjnego monitorowania rdzenia kręgowego: potencjałów SSEP i MEP.

Grupa G1 składała się z 18 dziewczynek i 2 chłopaków, ze średnim wiekiem 16,5 lat, podczas gdy G2 obejmowała 32 dziewczynki i 10 chłopaków ze średnim wiekiem 16,4 lat. Średnie przedoperacyjne skrzywienie główne (MC) wynosiło 124° dla G1 i 122° dla G2. Korektywność przedoperacyjna głównego skrzywienia, wahała się od 18% w G1 do 21% w G2, wykazując istotną zmienność ($p < 0,001$). Po ostatecznej operacji skorygowane MC wynosiły 45° dla G1 i 37,4° dla G2, ze znaczną różnicą ($p < 0,001$). Procentowa korekcja MC była zauważalnie wyższa w G2 w porównaniu z G1 (63% vs. 70%), ($p < 0,001$). W żadnej z grup nie zaobserwowano utraty korekcji w okresie obserwacji. Przedoperacyjna średnia wartość kifozy piersiowej wynosiła 96,5° dla G1 i 92° dla G2. Po ostatecznej operacji skorygowane wartości wynosiły 45,8° dla G1 i 36,2° dla G2, wykazując istotną różnicę ($p < 0,001$). Średnie przedoperacyjne wartości lordozy lędźwiowej mierzone były na poziomie -60,6° dla G1 i -46° dla G2 i zostały skorygowane do -41° dla G1 i -36,4° dla

G2 ($p = 0,001$). Przedoperacyjna średnia wartość *apical vertebral translation* (AVT) uległy poprawie z 78 mm do 35 mm w G1 i z 73,2 mm do 28,2 mm w G2 podczas ostatniej wizyty kontrolnej. Średnia wysokość tułowia również wzrosła po operacji z 28,8 cm do 36,5 cm w G1 i z 29,2 cm do 38,3 cm w G2, co wskazuje na istotną różnicę między obiema grupami ($p < 0,001$). Podczas ostatniej wizyty kontrolnej nie zaobserwowano istotnej rozbieżności. Przedoperacyjna średnia wartość FVC była niższa w G2 w porównaniu z G1 (49% vs. 54,5%). Podobnie wartości FEV1 były niższe w G2 niż w G1 (58% vs. 60,8%). W ciągu okresu obserwacji wartości średnie FVC znacząco się poprawiły zarówno w G1, jak i G2 ($p < 0,001$). Ponadto zaobserwowano znaczącą poprawę wartości FEV1 w okresie obserwacji zarówno w G1, jak i G2 ($p < 0,001$), bez żadnych rozbieżności statystycznych zaobserwowanych w całym okresie obserwacji. Średnia przedoperacyjna całkowita ocena SRS-22r uległa znacznej poprawie z 2,88 do 4,33 w G1 i z 3,22 do 4,46 w G2 w okresie obserwacji ($p < 0,001$). Nie stwierdzono statystycznych różnic w domenach SRS-22r między grupami w czasie końcowej obserwacji.

Powikłania obserwowano w obu kohortach badanych pacjentów. Całkowita częstość występowania powikłań była większa w G1 (140%) w porównaniu z G2 (48%), wykazując statystycznie istotną różnicę ($p < 0,001$). Warto jednak podkreślić, że poszczególni pacjenci mogli doświadczyć wielu powikłań. Odnotowano 35% zakażeń pin-ów pierścienia Halo u pacjentów poddawanych HGT. Pomimo że te drobne niepowodzenia są powszechnie związane z HGT, pilne monitorowanie pacjenta może skutecznie sobie z nimi poradzić, czyniąc trakcję bezpieczną techniką stopniowej korekcji skrzywienia. Co więcej, powikłania są na ogół dobrze tolerowane przez pacjentów. Godne uwagi zmiany potencjałów w trakcie śródoperacyjnego monitorowania rdzenia kręgowego zostały zidentyfikowane w końcowych fazach procedur chirurgicznych, spadki potencjałów odnotowano u 15% pacjentów z G1 i 12% pacjentów z G2. Te zmiany były powiązane z zastosowaniem dystrakcji zdeformowanego kręgosłupa. Po zmniejszeniu dystrakcji kręgosłupa odpowiedzi neuromonitoringu powróciły do poziomów wyjściowych. W żadnej z grup nie wykryto świeżych pooperacyjnych zaburzeń neurologicznych. W całym kursie leczenia w obu grupach, obejmującym okres między początkowym założeniem HGT lub LITID a ostateczną operacją, odnotowano przypadki dyskomfortu i bólów szyi i pleców w obu grupach ($< 0,001$), ze znacznie wyższą częstością w G1 (55%). Nie odnotowano żadnych niepożądanych zdarzeń podczas ostatecznej oceny kontrolnej.

Nasze badania pokazują, że wysokość tułowia wzrosła średnio o 8 cm podczas stosowania HGT. Ponadto literatura wskazuje również na poprawę stanu odżywienia i funkcji płuc u pacjentów po leczeniu przedoperacyjnym HGT. Jeden z najnowszych przeglądów systematycznych wykazał, że stosowanie przedoperacyjnej HGT w przypadkach deformacji kręgosłupa skutecznie zmniejsza krzywizny skoliozy i kifotyczne, a jednocześnie zmniejsza liczbę powikłań w późniejszej operacji zespolenia kręgosłupa. Jeśli chodzi o ciężar używany do trakcji, dostępne badania wykazują jednorodność, wahającą się od 30 do 50% całkowitej masy ciała. W szczególności sposób powolna, stopniowa trakcja przygotowuje rdzeń kręgowy do ostatecznej korekcji. Badania wykazały, że trakcja przedoperacyjna ma potencjał usprawnienia procesu chirurgicznego poprzez zmniejszenie deformacji i poprawę funkcji sercowo-płucnej pacjentów. Ponadto ułatwia ocenę tolerancji rdzenia kręgowego i zmniejsza prawdopodobieństwo uszkodzenia rdzenia kręgowego i nerwów.

Z naszego doświadczenia wynika, że HGT można wykonać u niektórych pacjentów w domu, ale wymaga to dostosowania sprzętu i codziennej rehabilitacji z fizjoterapią. Taki pacjent musi być w stałym kontakcie z lekarzem prowadzącym ze względu na ryzyko powikłań związanych z pierścieniem Halo i rozciąganiem.

Jako alternatywę dla zewnętrznych technik trakcyjnych wykorzystujących HGT możemy zastosować trakcję wewnętrzną — metodę TID — w różnych opisywanych w literaturze konfiguracjach. Moja technika LITID pozwalała na wyeliminowanie długoterminowego leczenia szpitalnego i zastosowanie większej siły trakcyjnej do kręgosłupa podczas rozciągania go po zastosowaniu tylnego uwalniania PCO, co zapewnia silne mechanizmy dystrykcyjne dla zdeformowanego kręgosłupa. Oczywiście nic nie jest idealne, a ta technika nie jest akceptowalna dla każdego ze względu na konieczność przeprowadzenia operacji etapowej jako części cyklu leczenia, tj. dwóch operacji w znieczuleniu i pobytu na sali operacyjnej. Jednak w wyniku przeprowadzenia jako procedury etapowej TID umożliwia precyzyjną ocenę funkcji neurologicznych u przytomnego i ruchomego pacjenta. TID okazuje się bardziej korzystny w leczeniu ciężkich deformacji skoliozy wielosegmentowych w przeciwieństwie do krótkich sztywnych krzywizn, które są bardziej odpowiednie do osteotomii. Dzięki modyfikacji techniki Buchowskiego byliśmy w stanie zastosować mniej inwazyjną tymczasową wewnętrzną dystrykcję w tym badaniu, co skutkowało średnią korekcją 70% dla głównej krzywizny i 60% dla kifozy piersiowej podczas operacji etapowej. Pomimo częstszych

śródooperacyjnych zmian neuromonitoringu były one odwracalne i nie powodowały deficytów neurologicznych. Niemniej jednak zaleca się ostrożność, ponieważ znaczące korekty mogą czasami powodować opóźnione deficyty neurologiczne.

Wydolność oddechowa (PF) u pacjentów z ciężką idiopatyczną skoliozą była wyraźnie upośledzona u pacjentów z ciężkimi deformacjami przed rozpoczęciem leczenia w obu grupach pacjentów, co potencjalnie zwiększało ryzyko związane z operacją korekcyjną i wpływało na codzienne funkcjonowanie, wzrost, rozwój i wygląd pacjentów. Co więcej, zgodnie z wynikami naszej analizy, obszerna literatura potwierdziła solidny związek między korekcją krzywizny a poprawą PF: zwiększenie pojemności oddechowej przed korekcją skoliozy może złagodzić powikłania pooperacyjne. Zabiegi chirurgiczne w przypadku ciężkiej skoliozy z użyciem HGT lub procedur etapowych znacznie zmniejszyły translację deformacji wierzchołkowej o 70% i wzmocniły pooperacyjne PF w przypadkach ciężkiej skoliozy. Występowanie restrykcyjnych zaburzeń płucnych u osób z ciężkimi deformacjami kręgosłupa jest również powszechne i może zwiększać wskaźniki zachorowalności i śmiertelności. W tym badaniu średnie wartości przewidywane (%)FVC przed operacją były wyraźnie gorsze w obu kohortach w porównaniu z ostatecznymi ocenami kontrolnymi. Przed operacją średnie wartości FVC wynosiły 54,5% w G1 i 49% w G2. Po operacji i podczas ostatecznej obserwacji nastąpiła statystycznie istotna poprawa wartości w obu grupach (w zakresie od 25% do 56%). Średnie wartości FEV1 wynosiły 60,8% w G1 i 58% w G2.

Po ostatecznej spondylodezie i podczas końcowej obserwacji wartości te również wykazały statystycznie istotną poprawę w obu kohortach (w zakresie od 35% do 65%). Wyniki te sugerują, że stosowanie HGT lub TID wraz z operacją etapową przynoszą korzyści w odniesieniu do PF w tej konkretnej grupie. Co najważniejsze, wykorzystanie operacji etapowej w przypadku ciężkiej idiopatycznej skoliozy doprowadziło do znaczącej poprawy jakości życia (jak wskazują wyniki domen SRS-22r) w ciągu 2-letniego okresu obserwacji. W tego rodzaju badaniach interwencja chirurgiczna odegrała kluczową rolę w poprawie ogólnej jakości życia w różnych domenach funkcjonalnych, szczególnie w aspektach związanych z wyglądem, samooceną i funkcjonowaniem.

4.3.4. Podsumowanie wyników osiągnięcia naukowego i ich znaczenie praktyczne

Wnioski:

- Leczenie chirurgiczne poważnych i zaniedbanych deformacji kręgosłupa u dzieci i młodzieży może być wykonywane bezpiecznie, z tolerowaną przez pacjentów częstością występowania drobnych powikłań.
- Preferowaną techniką leczenia ciężkich i sztywnych skrzywień kręgosłupa jest wykorzystanie przedoperacyjnego wyciągu czaszkowego Halo grawitacyjnego.
- Stosowanie HGT znacząco wspomaga późniejszą operację, ułatwiając stopniową redukcję krzywizny, zmniejszając tym samym trudność leczenia chirurgicznego i ryzyko potencjalnych deficytów neurologicznych.
- W przypadku HGT kręgosłup jest stopniowo rozciągany, a rdzeń kręgowy i jego ukrwienie dostosowują się do nowych warunków w trakcie kilkutygodniowego stopniowego wyciągu.
- Dostępne są alternatywne metody leczenia poważnych deformacji kręgosłupa, takie jak tymczasowy wyciąg wewnętrzny i jego modyfikacje, uwolnienie przednie, uwolnienie tylne PCO, torakoplastyka z osteotomią żeber, a także różne formy osteotomii trójkolumnowych.
- Leczenie z użyciem MCGR jako tymczasowego urządzenia do wewnętrznej dystrakcji pociąga za sobą konieczność przeprowadzenia dwóch operacji z szerokim otwarciem kręgosłupa, wiąże się to z większym krwawieniem, dwukrotnie dłuższym czasem pobytu na sali operacyjnej i dwukrotnie dłuższą opieką pooperacyjną w szpitalu.
- Nie ma żadnych korzyści ze stosowania pręta magnetycznego (MCGR) jako tymczasowego wewnętrznego urządzenia dystrakcyjnego w leczeniu ciężkiej skoliozy u nastolatków w stosunku do wyciągu czaszkowego grawitacyjnego.
- Zastosowanie mojej zmodyfikowanej techniki - mniej inwazyjnego tymczasowego wyciągu wewnętrznego, a następnie tylnej spondylodezy kręgosłupa powoduje:
 - średnią korekcję deformacji, nawet z 70-proc. poprawą w płaszczyźnie czołowej,
 - 60-proc. poprawą w płaszczyźnie strzałkowej,
 - średni wzrost wysokości tułowia o 10,8 cm,
 - znaczącą korekcję deformacji bez przedłużonego leczenia HGT,
 - brak naruszenia ciągłości klatki piersiowej,

- 76-proc. redukcję deformacji garbu żeberowego,
 - zwiększenie pojemności oddechowej, o czym świadczy 25–56-proc. wzrost przewidywanej wymuszonej objętości wydechowej w ciągu 1 sekundy i 35–65-proc. wzrost wymuszonej pojemności życiowej,
 - brak trwałych powikłań neurologicznych, mimo potencjalnie zwiększonego ryzyka,
 - kliniczną i statystyczną bardzo istotną poprawę wyników jakości życia i funkcjonowania po operacji, wg oceny kwestionariusza SRS-22r.
- Wyniki kliniczne i obrazowe są porównywalne w grupie pacjentów leczonych z HGT jak i z czasowym wycięciem wewnętrznym, a każdą z technik można stosować zamiennie, w zależności od wybranego pacjenta.

5. Podsumowanie dorobku naukowo-badawczego

Sumaryczny wykaz publikacji pełnotekstowych		
wszystkie (37)	przed doktoratem (17)	po doktoracie (20)
- oryginalne (20)	- oryginalne (6)	- oryginalne (14)
- poglądowe (5)	- poglądowe (3)	- poglądowe (2)
- kazuistyka (11)	- kazuistyka (8)	- kazuistyka (3)
- list do Redakcji (1)		- list do Redakcji (1)
Jako pierwszy autor		
wszystkie	przed doktoratem	po doktoracie
25 (68 %)	9 (53 %)	16 (80 %)
Jako autor korespondencyjny		
33 (89 %)	16 (94 %)	17 (85 %)
Sumaryczny Impact Factor publikacji		
55.737	3.933	51.804
44.737	* po wyłączeniu cyklu prac habilitacyjnego	
Sumaryczna punktacja MNiSW publikacji		
2365	415	1950
1875	* po wyłączeniu cyklu prac habilitacyjnego	

Podsumowanie cytowań w bazie Web of Science Core Collection w dniu 09.09.2024 r.:

liczba prac cytowanych = 17	liczba cytowań = 74	Index Hirscha (Index h) = 6
-----------------------------	---------------------	-----------------------------

Podsumowanie cytowań w bazie Scopus w dniu 09.09.2024 r.:

liczba prac cytowanych = 26	liczba cytowań = 98	Index Hirscha (Index h) = 6
-----------------------------	---------------------	-----------------------------

Podsumowanie cytowań w bazie Google Scholar w dniu 09.09.2024 r.:

liczba prac cytowanych = 30	liczba cytowań = 164	Index Hirscha (Index h) = 7
-----------------------------	----------------------	-----------------------------

Szczegółowy wykaz opublikowanych prac naukowych wraz analizą bibliometryczną osiągnięć naukowo-badawczych przedstawiono w załączniku nr 3.

6. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych

Na początku mojej pracy w oddziale ortopedyczno-urazowym, jako młodszy asystent (lekarz rezydent), w trakcie specjalizacji w ortopedii i traumatologii narządu ruchu, skupiałem się na badaniu i pogłębianiu wiedzy dotyczącej występowania urazów narządu ruchu u dzieci i młodzieży oraz określeniem ich sezonowości. Dzięki pracy w oddziale o profilu urazowym mogłem obserwować, diagnozować i uczestniczyć w leczeniu również bardzo rzadko występujących urazów narządu ruchu u dzieci, włącznie z urazami kręgosłupa. Zastosowane schematy leczenia i ich wyniki były przeze mnie prezentowane na zjazdach ortopedycznych:

- **Grabala P**, Kossakowski D, Macias T, Król E, Karczewski J, Mazurek K. Epidemiologia złamań u dzieci i młodzieży. VI Działdowskie Warsztaty Ortopedyczne. 07.06.2014-08.06.2014. Działdowo, Polska.
- **Grabala P**, Larysz D, Kossakowski D, Niedźwiecki T. Traumatic Atlanto - Occipital Dislocation at 13-year-old Boy with Long-term Survival. A Case Study. International Conference: Brain stereotaxy as an interdisciplinary treatment modality. 23.04.2015–25.04.2015. Katowice, Polska.
- **Grabala P**, Kossakowski D, Król E, Mazurek K. Leczenia złamań kości przedramienia u dzieci i młodzieży techniką elastycznej śródszpikowej stabilizacji wewnętrznej. Ocena 52 pacjentów operowanych w latach 2012 - 2014. XXV Sympozjum Sekcji Ortopedii i Traumatologii Dziecięcej PTOiTr. 21.05.2015–23.05.2015. Zakopane, Polska.

- **Grabala P**, Karczewski J, Kossakowski D, Król E, Macias T, Mazurek K. Występowanie złamań kości u dzieci i młodzieży w populacji Olsztyna – badanie epidemiologiczne. XXV Sympozjum Sekcji Ortopedii i Traumatologii Dziecięcej PTOiTr. 21.05.2015–23.05.2015. Zakopane, Polska.
- Mazurek K, **Grabala P**, Kossakowski D, Król E. Złamanie miednicy u nastolatka – studium przypadku. XXVI Sympozjum Sekcji Ortopedii i Traumatologii Dziecięcej PTOiTr. 19.05.2016–21.05.2016. Poznań, Polska.
- Warmowska-Dawid A, Trusewicz M, **Grabala P**, Budkiewicz R, Kossakowski D, Kowalski I. M. Efekty kompleksowej terapii pacjenta po urazie rdzenia kręgowego – studium przypadku. VI Zjazd Polskiego Towarzystwa Chirurgii Kręgosłupa. 13.10.2016-15.10.2016. Zakopane. Polska.

Zwieńczeniem tych badań było opublikowanie 3 prac pełnotekstowych:

- **Grabala P**. Epidemiology of forearm fractures in the population of children and adolescents: Current data from the typical polish city. *Orthop Muscular Syst* 2015, 4(203), 2161-0533.
- **Grabala P**, Niedzwiecki T, Kossakowski D, Larysz D. Traumatic atlanto-occipital dislocation at 13 years old boy: a one year of follow-up case report. *Case Study and Case Report* 2015; 5(4): 170 - 185.
- **Grabala P**. Traumatic Occipital-Cervical Dislocation in Children and Adolescents: Two Years Follow-up Case Report and Review of the Literature. *J Spine* 2015; 5: 281.doi:10.4172/2165-7939.1000281.

Na podstawie analizy leczonych pacjentów odnotowano 1,668 nowych epizodów izolowanych złamań przedramienia u pacjentów do 18 roku życia; zapadalność wynosiła 7,8/1000/rok. Większą częstość złamań stwierdzono u chłopców niż u dziewcząt (66% vs. 34%). Najczęstszą lokalizacją było złamanie dalszego końca kości promieniowej (43% wszystkich złamań przedramienia), najrzadszą lokalizacją – izolowane złamanie trzonu kości łokciowej (3%). Wiosna była okresem największej częstości złamań (38%), w pozostałych porach roku złamania u dzieci obejmowały: 30% - lato, 18% - jesień, 14% - zimę. Średni wiek dziecka ze złamaniem wynosił 9,85 lat. Analiza ta potwierdziła taką samą sezonowość i częstość występowania złamań jak w innych dostępnych badaniach naukowych. Natomiast dwie prace kazuistyczne przedstawiły proces leczenia chirurgicznego i jego wyniki rzadkiego przypadku –

urazowego zwichnięcia potyliczno-szyjnego u 13-letniego dziecka po wypadku komunikacyjnym. Wartość tych prezentacji jest istotna, gdyż przeżywalność w przypadku urazowego zwichnięcia potyliczno-szyjnego jest niezwykle rzadka, a większość chorych umiera na miejscu wypadku.

Kolejnym polem mojej działalności badawczej, z racji profilu leczniczego oddziału, w którym pracowałem, była ocena wyników leczenia operacyjnego deformacji kręgosłupów u dzieci i młodzieży. Analizowałem wyniki radiologiczne oraz kliniczne zastosowanego leczenia, a także występowanie powikłań około- i pooperacyjnych. Uzyskane wyniki i wnioski były przedstawiane na krajowych i międzynarodowych konferencjach z zakresu ortopedii i chirurgii kręgosłupa:

- **Grabala P**, Kossakowski D, Macias T, Król E, Karczewski J, Mazurek K. Komplikacje w chirurgii kręgosłupa u dzieci i młodzieży. VI Działdowskie Warsztaty Ortopedyczne. 07.06.2014–08.06.2014. Działdowo, Polska.
- **Grabala P**, Niedźwiecki T, Budkiewicz R, Kossakowski D. Vertebral Column Manipulation: A New Corrective Technique for Idiopathic Scoliosis. Surgical review of 25 cases. International Conference on Scoliosis Orthopedic Rehabilitation and Treatment. 6.11.2014-7.11.2014. Olsztyn, Polska.
- **Grabala P**, Niedźwiecki T, Budkiewicz R, Kossakowski D. Vertebral Column Manipulation: A New Corrective Technique for Idiopathic Scoliosis for Three-Dimensional (3D) Correction. A Retrospective study based on 2-years follow-up. Summer Spine Meeting/North American Spine Society. 23.07.2014-26.07.2014. Amelia Island, FL, USA.
- **Grabala P**, Niedźwiecki T, Budkiewicz R, Kossakowski D. Komplikacje leczenia operacyjnego skolioz idiopatycznych młodzieńczych z dostępu tylnego. V Zjazd Polskiego Towarzystwa Chirurgii Kręgosłupa. 23.10.2014–25.10.2014. Zakopane, Polska.
- **Grabala P**, Niedźwiecki T, Budkiewicz R, Kossakowski D. Vertebral Column Manipulation w leczeniu operacyjnym skolioz idiopatycznych. V Zjazd Polskiego Towarzystwa Chirurgii Kręgosłupa. 23.10.2014–25.10.2014. Zakopane, Polska.
- **Grabala P**, Niedźwiecki T, Budkiewicz R, Kossakowski D. Vertebral Column Manipulation w leczeniu operacyjnym skolioz idiopatycznych. Warmińsko-

Mazurskie Sympozjum Polskiego Towarzystwa Ortopedii i Traumatologii.
12.12.2014-13.12.2014. Pisz, Polska.

- **Grabala P**, Niedźwiecki T, Budkiewicz R, Kossakowski D. Komplikacje leczenia operacyjnego skolioz idiopatycznych. Warmińsko-Mazurskie Sympozjum Polskiego Towarzystwa Ortopedii i Traumatologii. 12.12.2014-13.12.2014. Pisz, Polska.
- **Grabala P**, Larysz D, Kossakowski D, Niedźwiecki T. Neurological complications of posterior spinal fusion for idiopathic scoliosis. International Conference: Brain stereotaxy as an interdisciplinary treatment modality. 23.04.2015 – 25.04.2015. Katowice, Polska.
- **Grabala P**, Kossakowski D, Król E, Niedźwiecki T, Budkiewicz R. Three-dimensional correction for idiopathic scoliosis with posterior spinal fusion – 5 years follow up. XXV Sympozjum Sekcji Ortopedii i Traumatologii Dziecięcej PTOiTr. 21.05.2015 – 23.05.2015. Zakopane, 2015. Polska.
- **Grabala P**, Kossakowski D, Król E, Niedźwiecki T, Budkiewicz R. Powikłania neurologiczne leczenia operacyjnego skolioz idiopatycznych z dostępu tylnego – badanie z min. 2-letnim okresem obserwacji. XXV Sympozjum Sekcji Ortopedii i Traumatologii Dziecięcej PTOiTr. 21.05.2015 – 23.05.2015. Zakopane, 2015. Polska.
- **Grabala P**, Kossakowski D, Król E, Niedźwiecki T, Budkiewicz R. Complications of Posterior Spinal Fusion for Idiopathic Scoliosis. Surgical review of 125 cases. 2nd International Conference on Scoliosis Orthopedic Rehabilitation and Treatment. 7.11.2015-8.11.2015. Olsztyn, Polska.
- **Grabala P**, Kossakowski D, Król E, Niedźwiecki T, Budkiewicz R. Risk of neurological injures in spinal deformity surgery in children and adolescents. 12th Annual POSNA/AAOS International Pediatric Orthopedic Symposium. 8.12.2015 – 12.12. 2015. Walt Disney World Swan Resort, Lake Buena Vista, FL, USA.
- **Grabala P**, Kossakowski D, Król E. Trójplaszczynowa korekcja skolioz idiopatycznych z dostępu tylnego z 5-letnim okresem obserwacji. XXVI Sympozjum Sekcji Ortopedii i Traumatologii Dziecięcej PTOiTr. 19.05.2016 – 21.05.2016. Poznań, Polska.
- **Grabala P**, Kossakowski D, Grabala M, Malinowski P. Prezentacja przypadku 13-

letniej pacjentki z zespołem tętnicy krezkowej górnej po przebytej operacji korekcji z dostępu tylnego szybko postępującej skoliozy idiopatycznej. XXVI Sympozjum Sekcji Ortopedii i Traumatologii Dziecięcej PTOiTr. 19.05.2016 – 21.05.2016. Poznań, Polska.

- **Grabala P.** Case report – Superior mesenteric artery syndrome after surgical correction of the severe adolescent idiopathic scoliosis at 13-years-old girl.
3rd International Pediatric Spinal Deformity Symposium. University of Central Florida/Broad Water. 2.03.2017-3.03.2017. Orlando, FL, USA.
- **Grabala P.** Case based discussion: Case report - Vertebral Column Manipulation: A 3D Surgical Corrective Technique for the Treatment of Idiopathic Scoliosis.
3rd International Pediatric Spinal Deformity Symposium. University of Central Florida/Broad Water. 2.03.2017-3.03.2017. Orlando, FL, USA.
- **Grabala P.** Three-dimensional correction for idiopathic scoliosis. How do perform it at us?
3rd International Pediatric Spinal Deformity Symposium. University of Central Florida/Broad Water. 2.03.2017-3.03.2017. Orlando, FL, USA.
- **Grabala P.** Case based discussion: Case report - Halo gravity traction for spinal deformity with early onset scoliosis.
3rd International Pediatric Spinal Deformity Symposium. University of Central Florida/Broad Water. 2.03.2017-3.03.2017. Orlando, FL, USA.

W ww. prezentacjach przedstawione zostały techniki leczenia chirurgicznego skolioz idiopatycznych oraz wstępne wyniki ich leczenia operacyjnego, przy zastosowaniu nowego (jak na owe czasy) instrumentarium, które dawało możliwość derotacji trójpłaszczyznowej w formie „en bloc” szczytu skrzywienia. Dzięki tej technice manipulacji uzyskiwano korekcję deformacji w przedziale 70-80%, przy jednoczesnym znacznym zmniejszeniu garbu żebrowego w przedziale 70-90%, w zależności od wielkości i korektywności skrzywienia, bez konieczności wykonywania dodatkowych zabiegów na żebrach, jak np. resekcja garbu żebrowego, czy torakoplastyka. Pacjenci po zastosowanym leczeniu operacyjnym wykazywali znaczącą poprawę wyglądu i jakości życia, ocenianą za pomocą kwestionariusza SRS-22 r.

Analiza komplikacji wynikających z leczenia operacyjnego deformacji kręgosłupów u dzieci i młodzieży została opublikowana w pracach pełnotekstowych:

- **Grabala P**, Grabala M, Kossakowski D, Malinowski P, Larysz D. A case report of a 13-year-old girl diagnosed with superior mesenteric artery syndrome after undergoing spine correction with posterior fusion for rapidly progressed juvenile idiopathic scoliosis. Polish Ann Med. 2016;23(2):165–71.
- **Grabala P**, Grabala M, Kossakowski D. Three-dimensional correction for idiopathic scoliosis with posterior spinal fusion and the risk of neurological complications. Polish Ann of Med. 2016; 23(2), 97-101. doi.org/10.1016/j.poamed.2016.02.004.

Na podstawie przeprowadzonej analizy 195 pacjentów operowanych z powodu skoliozy idiopatycznej w latach 2007–2013 z zastosowaniem spondylodezy tylnej i bezpośredniej derotacji kręgów odnotowano powikłania neurologiczne w postaci: drętwienia nerwu skórno-bocznego uda (6), osłabienia mięśni kończyn dolnych (5), parestezji stopy (5), parestezji kończyn dolnych (5), radikulopatii (4), niedowładu kończyn dolnych (2) i pęcherza neurogennego (2). Wszystkie te powikłania zostały wyleczone w okresie pooperacyjnym i w ostatecznym okresie obserwacji nie było żadnych deficytów neurologicznych. Częstość występowania powikłań neurologicznych okazała się być nieznaczna i nie pozostawiła trwałej dysfunkcji mięśniowo-szkieletowej. Liczba powikłań była wyższa, gdy nie stosowano śródoperacyjnego neuromonitoringu rdzenia kręgowego, a całkowita satysfakcja po operacji w okresie obserwacji była dobra. W drugiej opublikowanej pracy z tego okresu przedstawiono proces diagnostyczny i leczenie rzadkiego powikłania po operacji korekcyjnej znacznego stopnia 120-stopniowego skrzywienia kręgosłupa u 13-letniej dziewczynki. Pooperacyjnie uzyskaliśmy oczekiwaną bezpieczną korekcję 50-proc. W 5. dniu po operacji stan pacjentki pogorszył się i rozpoznaliśmy zespół tętnicy kręzkowej górnej. Zidentyfikowaliśmy czynniki ryzyka, do których zaliczyliśmy: ciężkie skrzywienie w odcinku piersiowo-lędźwiowym, jednoetapową korekcję, niską wagę pacjenta ze wskaźnikiem masy ciała (BMI) poniżej 19. Po zastosowanym leczeniu zachowawczym chora została całkowicie wyleczona.

W trakcie stażów specjalizacyjnych z zakresu chirurgii ogólnej i medycyny ratunkowej brałem udział w diagnostyce rzadkich przypadków anestezyjologicznych i chirurgicznych, dzięki czemu zostały opublikowane następujące prace pełnotekstowe:

- Grabala M, **Grabala P**, Malinowski P, Adadyński L. Superior mesenteric and portal vein thrombosis following appendectomy – A case report. Pol Ann of Med. 2017;24(1):55–59. doi.org/10.1016/j.poamed.2016.06.008.

- Grabala J, Grabala M, Onichimowski D, **Grabala P**. The basics of application of medical ultrasonography in the diagnosis of acute respiratory failure. *Pol Ann Med.* 2017;24(1):104–109. doi.org/10.1016/j.poamed.2016.06.009.
- Grabala J, Grabala M, Onichimowski D, **Grabala P**. Assessment of the applicability of transthoracic lung ultrasound for diagnosing purulent lobar pneumonia: A case study. *Polish Annals of Medicine.* 2020;27(2):174-177. doi:10.29089/2020.20.00128.
- Grabala J, Grabala M, Onichimowski D, **Grabala P**. Description of using transthoracic ultrasound in the diagnosis of low-risk pulmonary embolism in a patient after multiple trauma. *Polish Annals of Medicine* 2017;24(2), 245-248. doi.org/10.1016/j.poamed.2016.11.015.
- Grabala J, Grabala M, Onichimowski D, **Grabala P**. Possibilities of using ultrasound for diagnosis of invasive pulmonary mucormycosis—a case study. *Pol Ann Med.* 2017;24(2):224–7.
- Grabala J, Grabala M, Onichimowski D, **Grabala P**. Application of transthoracic lung ultrasound in the diagnosis of pulmonary edema at ICU patients – Literature review. *Pol Ann Med.* 2017;24(2):300–303. doi.org/10.1016/j.poamed.2017.03.005.

Kolejnym znaczącym krokiem w moim rozwoju i zwiększeniu działalności badawczej było poszerzenie zakresu moich badań poprzez nawiązanie współpracy z innymi ośrodkami ortopedycznymi w Polsce i za granicą. Miałem możliwość odbycia serii zagranicznych staży w renomowanych ośrodkach badawczo-klinicznych w USA, dzięki czemu przy współpracy z tymi jednostkami na zjazdach krajowych i międzynarodowych zostały zaprezentowane wyniki naszej współpracy, dotyczącej badania jakości życia, dolegliwości bólowych kręgosłupa oraz potencjalnej destabilizacji instrumentarium u pacjentek operowanych z powodu skoliozy idiopatycznej, które po operacji korekcyjnej kręgosłupa zdecydowały się na ciążę i rodziły. Efektem tej współpracy były następujące prezentacje:

- **Grabala P**, Kossakowski D, Król E. Ciąża i jej przebieg po operacji skoliozy idiopatycznej. XXVI Sympozjum Sekcji Ortopedii i Traumatologii Dziecięcej PTOiTr. 19.05.2016 – 21.05. 2016. Poznań, Polska.

- Grabala P. Three-dimensional correction for surgical management of adolescent idiopathic scoliosis. 37 Dni Ortopedyczne PTOiTr. 22.06.2017-24.06.2017. Olsztyn-Ostróda. Polska.
- **Grabala P**, Shah S, Kossakowski D. From Rib Hump to Baby Bump: An Assessment of Pregnancy after Surgery for Adolescent Idiopathic Scoliosis with Patient – Reported Outcomes. 51st Annual Meeting & Course. Scoliosis Research Society. 21.09.2016 – 24.09.2016. Prague, Czech Republic.
- **Grabala P**, Shah S. Distal Fusion Level Determines the Prevalence of Back Pain in Pregnant Women Who Have Had Scoliosis Surgery. 53rd Annual Meeting & Course. Scoliosis Research Society. 10.10.2018 – 13.10.2018. Bologna, Italy.
- **Grabala P**, Shah S, Buchowski JM, Larson NA. Does pregnancy increase loss of correction after posterior spinal fusion? Summer Spine Meeting/North American Spine Society. 29.07.2019 – 03.08.2019. Honolulu, Hawaii, USA.
- **Grabala P**, Guszczyn T, Helenius I. Back Pain and Outcomes of Pregnancy After Instrumented Spinal Fusion for Adolescent Idiopathic Scoliosis. The 8th Annual Global Spine Congress. 15.05.2019 – 18.05.2019. Toronto, Canada.
- **Grabala P**, Guszczyn T, Helenius I. Does pregnancy increase loss of correction after posterior spinal fusion? The 8th Annual Global Spine Congress. 15.05.2019 – 18.05.2019. Toronto, Canada.
- Swany L, Larson N, Shah S, **Grabala P**, Milbrandt T, Yaszemski M. Pregnancy Outcomes and C-Section Rates in Operative vs. Nonoperative AIS Patients at Mean 30-year Follow-up. 54th Annual Meeting & Course Scoliosis Research Society. 18.09.2019 – 21.09.2019. Montreal, Canada.
- **Grabala P**, Larson N, Buchowski J, Helenius I, Shah S, Guszczyn T, Latalski M. Does pregnancy increase loss of correction after posterior spinal fusion? 54th Annual Meeting & Course Scoliosis Research Society. 18.09.2019 – 21.09.2019. Montreal, Canada.
- Swany L, Larson N, Shah S, **Grabala P**, Milbrandt T, Yaszemski M. Pregnancy Outcomes in operative vs. Non-operative Scoliosis Patients at mean 30-year follow-up. 16th Annual POSNA/AAOS International Pediatric Orthopedic Symposium. 3.12.2019 – 7.12.2019. Walt Disney World Swan Resort, Lake Buena Vista, FL, USA.
- **Grabala P**, Helenius I. From Rib Hump to Baby Bump: An Assessment of

Pregnancy after Surgery for Adolescent Idiopathic Scoliosis with Patient – Reported Outcomes. 27th International Meeting on Advanced Spine Techniques. 1.04.2020 – 4.04.2020. Athens – Greece (VIRTUAL).

- Swany L, Larson N, Shah S, **Grabala P**, Milbrandt T, Yaszemski M. Pregnancy Outcomes in operative vs. Non-operative Scoliosis Patients at mean 30-year follow-up. Virtual 2020 Annual Meeting POSNA (Pediatric Orthopedic Society of North America). 13.05.2020 – 16.05.2020. San Diego, CA, USA.

Finalizacją tej wielośrodkowej współpracy były opublikowane pełnotekstowe prace:

- **Grabala P**, Helenius I, Buchowski JM, Larson AN, Shah SA. Back Pain and Outcomes of Pregnancy After Instrumented Spinal Fusion for Adolescent Idiopathic Scoliosis. *World Neurosurg.* 2019 Apr;124: e404-e410. doi: 10.1016/j.wneu.2018.12.106.
- Swany L, Larson AN, Shah SA, **Grabala P**, Milbrandt T, Yaszemski MJ. Outcomes of pregnancy in operative vs. nonoperative adolescent idiopathic scoliosis patients at mean 30-year follow-up. *Spine Deform.* 2020 Dec;8(6):1169-1174. doi: 10.1007/s43390-020-00158-6.
- **Grabala P**, Helenius I, Shah SA, Larson AN, Buchowski JM, Latański M, Grabala M, Guszczyn T. Impact of Pregnancy on Loss of Deformity Correction After Pedicle Screw Instrumentation for Adolescent Idiopathic Scoliosis. *World Neurosurg.* 2020 Jul;139: e121-e126. doi: 10.1016/j.wneu.2020.03.142.

Pierwsza z powyższych publikacji została włączona do mojej rozprawy doktorskiej i będzie wyjaśniona poniżej. W drugiej pracy wspólnie z zespołem badaliśmy występowanie dolegliwości bólowych kręgosłupa po operacji skoliozy w trakcie ciąży oraz w jaki sposób u tych pacjentek dochodziło do rozwiązania ciąży i porodu. Głównym stwierdzeniem było, że u kobiet po operacji skoliozy, które zaszły w ciążę, występują zwiększone wskaźniki cesarskiego cięcia w porównaniu do wartości statystyk u pacjentek nieoperowanych. Nie stwierdzono innych istotnych statystycznie różnic w stosunku do nieoperowanych kobiet.

W ostatniej pracy analizowano stabilność instrumentarium i potencjalną utratę korekcji po operacji skoliozy u kobiet operowanych z powodu skoliozy idiopatycznej, które zaszły w ciążę i rodziły. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że pacjentki operowane z powodu skoliozy, przy zastosowaniu nowej generacji implantów

– śrub transpedikularnych i prętów, które po operacji zaszły w ciążę i urodziły dziecko, nie wykazują progresji ani pogorszenia skrzywienia w dłuższym okresie obserwacji w porównaniu z pacjentkami operowanymi z powodu skoliozy, które nie zaszły w ciążę. Utrata korekcji w czasie ciąży była mniejsza i statystycznie nieistotna w porównaniu z opisywaną w literaturze utratą korekcji po zastosowanym leczeniu techniką Harringtona lub techniką hybrydową. Na podstawie tego badania lekarze mogą doradzać pacjentkom, które przeszły operację skoliozy, że nie należy się spodziewać u nich szkodliwych efektów radiograficznych lub klinicznych po ciąży i porodzie.

Zakończeniem tych wielośrodkowych badań była moja praca doktorska pt. *„Ocena wpływu wybranych parametrów operacyjnej korekcji kręgosłupa na jakość życia, przebieg ciąży i porodu, u pacjentek ze skoliozą idiopatyczną”* pod kierunkiem prof. dr. hab. Michała Latałskiego, obroniona na Uniwersytecie Medycznym w Lublinie (2020). Celem pracy była ocena jakości życia, ogólnej satysfakcji z leczenia operacyjnego skoliozy oraz dolegliwości bólowych kręgosłupa u pacjentek ze skoliozą idiopatyczną, które przeszły operację korekcji skoliozy, a następnie zaszły w ciążę i rodziły, w porównaniu ze zdrowymi kobietami. Badanych pacjentów poddałem ocenie poziomemu satysfakcji/dysfunkcji seksualnej oraz oznaczyłem powikłania okołoporodowe w tych grupach. Celem dodatkowym pracy była ocena i analiza rzadkiego powikłania brzuszno-korekcji skoliozy idiopatycznej (tzw. zespół tętnicy kręzkowej górnej), oraz przegląd aktualnego piśmiennictwa dotyczącego etiologii skolioz idiopatycznych. W skład pracy doktorskiej weszły 3 publikacje:

- **Grabala P.** Idiopathic scoliosis in children and adolescents – a literature review. *Journal of Education, Health and Sport.* 2019;9(6):212-217. doi.org/10.5281/zenodo.3241930.
- **Grabala P,** Helenius I, Buchowski JM, Larson AN, Shah SA. Back Pain and Outcomes of Pregnancy After Instrumented Spinal Fusion for Adolescent Idiopathic Scoliosis. *World Neurosurg.* 2019 Apr;124: e404-e410. doi: 10.1016/j.wneu.2018.12.106.
- **Grabala P,** Latałski M. Rare abdominal complications after undergoing posterior spinal fusion for progressed idiopathic scoliosis—case series and a literature review. *Case Study Case Rep* 2019; 9(03), 30-41.

Na podstawie mojej rozprawy doktorskiej wyciągnąłem wnioski, że:

- Kobiety z historią leczenia operacyjnego deformacji kręgosłupa z powodu skoliozy idiopatycznej mogą zająć w ciąży i ją donosić aż do porodu, bez znaczącego ryzyka powikłań okołoporodowych.
- Kobiety poddane operacji skoliozy idiopatycznej zgłaszają podobną częstość występowania dolegliwości bólowych kręgosłupa w porównaniu do zdrowych kobiet w ciąży, ale w przypadku wykonanej operacji kręgosłupa ze spondylodezą do L3-L4 występujący ból kręgosłupa można zauważyć częściej.
- Kobiety leczone operacyjnie z powodu skoliozy idiopatycznej mogą częściej wymagać zakończenia porodu poprzez cesarskie cięcie, w porównaniu ze zdrowymi kobietami, szczególnie gdy stabilizacja kręgosłupa kończy się na L4.
- U pacjentek po leczeniu operacyjnym kręgosłupa nie ma zaburzeń seksualnych, a jakość życia wzrasta.

W trakcie pracy w oddziale ortopedycznym brałem udział (jako członek zespołu badawczego) w badaniach nad specyficznymi jednostkami chorobowymi, typowymi dla wieku rozwojowego. Efektem były prezentacje na krajowych zjazdach ortopedycznych:

- Kossakowski D, Król E, Macias T, **Grabala P**, Karczewski J, Mazurek K. Przewlekłe nawracające wieloogniskowe zapalenie kości u dzieci (CRMO). XXIV Sympozjum Sekcji Ortopedii Dziecięcej PTOiTR. 29.05.2014 – 31.05.2014. Lublin, Polska.
- **Grabala P**, Kossakowski D, Macias T, Król E, Karczewski J, Mazurek K. Choroba Legg - Calve - Perthes'a: zasady rozpoznania i leczenia. VI Działdowskie Warsztaty Ortopedyczne. 07.06.2014 – 08.06.2014. Działdowo, Polska.

Została opublikowana także praca pełnotekstowa:

- Guszczyn T, **Grabala P**, Kwiatkowski M, Milewski R. The evaluation of surgical treatment results of medial plica syndrome. Polish Annals of Medicine, 2020; 27(1), 27-33. doi.org/10.29089/2019.19.00093.

W opublikowanej pracy ocenialiśmy wyniki leczenia operacyjnego zespołu fałdu przyśrodkowego. Analizowano pacjentów operowanych techniką artroskopową podzielonych na dwie grupy, ze względu na występujące objawy. Na podstawie uzyskanych wyników końcowych stwierdziliśmy, że wyłącznie ból stawu kolanowego przedziału przednio-przyśrodkowego z trzaskiem, klikaniem, łapaniem, pseudo blokowaniem i trzaskaniem należy interpretować jako zespół fałdu przyśrodkowego.

Po uzyskaniu dyplomu specjalisty z zakresu ortopedii i traumatologii narządu ruchu (2016) moje zainteresowania zarówno diagnostyczne, lecznicze, chirurgiczne, jak i badawcze skupiły się głównie na deformacjach kręgosłupa u dzieci i młodzieży. Po nawiązaniu szerszej współpracy z ośrodkami klinicznymi chirurgii kręgosłupa w trakcie odbywania rezydentury, kiedy byłem już specjalistą, moje kontakty międzynarodowe rozszerzyły się dzięki regularnym udziałom w konferencjach i zjazdach międzynarodowych. Poprzez regularne uczestnictwo w kursach i sympozjach oraz stażach w ośrodkach zagranicznych, o profilu kręgosłupowym, zwiększyłem znacznie swoją wiedzę i umiejętności chirurgiczne, a w konsekwencji zakres wykonywanych przeze mnie zabiegów operacyjnych na kręgosłupie. Efektem mojej działalności były prezentacje na zjazdach krajowych i międzynarodowych, poruszające kwestie techniczne leczenia operacyjnego rzadkich, ciężkich, niejednokrotnie zaniedbanych przypadków deformacji kręgosłupa, przy zastosowaniu leczenia etapowego, wyciągu przedoperacyjnego HALO i różnych metod osteotomii kręgosłupa:

- **Grabala P.** Occipital-cervical dislocation in children and adolescents – treatment management based on a case report 12-years-old girl. AO Spine Trauma Course for orthopedic surgeons and neurosurgeons. 6.04.2018 – 7.04.2018. Ostróda/Olsztyn, Polska.
- **Grabala P.** Cervical trauma in children and adolescents – treatment management and surgical options. AO Spine Trauma Course for orthopedic surgeons and neurosurgeons. 6.04.2018 – 7.04.2018. Ostróda/Olsztyn, Polska.
- **Grabala P.** Skoliozy idiopatyczne – leczenie operacyjne, techniki korekcji. IV Moduł ADVANCED. Polskie Towarzystwo Chirurgii Kręgosłupa. 6.06.2018 – 8.06.2018. Świeradów Zdrój, Polska.
- **Grabala P.** Case report: Halo gravity traction for spinal deformity with osteogenesis imperfecta etiology. Early Onset, Neuromuscular and Syndromic Pediatric Spinal Deformity Symposium. Boston Children's Hospital & Harvard Medical School with Johnson & Johnson Institute for Professional Medical Resources Symposium. 14.09.2018 – 15.09.2018. Boston, USA.
- **Grabala P.** Case report: Case based discussion: Complex Spine Deformity Management of Severe Early Onset Scoliosis. Early Onset, Neuromuscular and Syndromic Pediatric Spinal Deformity Symposium. Boston Children's Hospital & Harvard Medical School with Johnson & Johnson Institute for Professional Medical

Resources Symposium. 14.09.2018 – 15.09.2018. Boston, USA.

- **Grabala P.** Preoperative halo-gravity traction for patients with severe spinal deformities. International Multidisciplinary Conference. Rehabilitation Yesterday Today – Tomorrow. 19.10.2018 – 20.10.2018. Lidzbark Warminski, Polska.

Po odbytych kursach szkoleniowych i stażach w USA, z zakresu leczenia deformacji kręgosłupa u najmłodszych dzieci, jako jeden z pierwszych chirurgów w Polsce wprowadzałem magnetycznie kontrolowane pręty rosnące do leczenia operacyjnego w oddziale ortopedyczno-urazowym, w którym pracowałem. Skupiałem się na budowie zgranego i doświadczonego zespołu operacyjnego, by zminimalizować ryzyko powikłań, w szczególności neurologicznych, i zwiększyć bezpieczeństwo operowanych pacjentów. Badałem efekty swoich technik operacyjnych, analizując wyniki, by jak najlepiej ulepszyć leczenie najmłodszych pacjentów. Efektem moich działań były wystąpienia na konferencjach międzynarodowych:

- **Grabala P.** Magnetically Controlled Growing Rods for Early Onset Non-Idiopathic Scoliosis – case report. 12th International Congress on Early Onset Scoliosis and Growing Spine (ICEOS). Nuvasive pediatric deformity pre-course. 15.11.2018 – 16.11.2018. Lizbona, Portugalia.
- **Grabala P.** Magnetically Controlled Growing Rods for Early Onset Idiopathic Scoliosis – case series. 12th International Congress on Early Onset Scoliosis and Growing Spine (ICEOS). Nuvasive pediatric deformity pre-course. 16.11.2018. Lizbona, Portugalia.
- **Grabala P.** Risk of neurological complication in spinal deformity surgery in children and adolescents. Pediatric Spinal Deformity Symposium. 25.02.2019. San Diego, CA, USA.
- **Grabala P.** Influence of 3D derotation of apex during surgical correction of adolescent idiopathic scoliosis – case series. Pediatric Spinal Deformity Symposium. 25.02.2019. San Diego, CA, USA.
- **Grabala P.** Case based discussions: Halo gravity traction for severe scoliosis in children – case presentation. I Pediatric and Adults Deformity Strategy and Treatment. 28.02.2019 – 3.03.2019. Honolulu, Hawaii, USA.
- **Grabala P.** Case based discussions: Minimizing Neurological Risk in Pediatric Deformity Surgery – case series. I Pediatric and Adults Deformity Strategy and Treatment. 28.02.2019 – 3.03.2019. Honolulu, Hawaii, USA.

- **Grabala P.** Minimizing Neurological Risk in Pediatric Deformity Surgery. Pediatric Spinal Deformity Symposium. 13.02.2020 – 14.02.2020. San Diego, CA, USA.
- **Grabala P.** Posterior-only Vertebral Column Resection for the treatment of congenital scoliosis in children and adolescents. Pediatric Spinal Deformity Symposium. 13.02.2020 – 14.02.2020. San Diego, CA, USA.
- **Grabala P.** Safety and Accuracy of Screw Placement with the Free-Hand Technique in Spinal Deformities in Children and Adolescents. Pediatric Spinal Deformity Symposium. 13.02.2020 – 14.02.2020. San Diego, CA, USA.
- **Grabala P.** Risk of complications for early onset idiopathic scoliosis patients treated with magnetically controlled growing rods. Pediatric Spinal Deformity Symposium. 13.02.2020 – 14.02.2020. San Diego, CA, USA.

Kolejnym etapem mojej działalności klinicznej i badań wynikających z zapotrzebowania na technikę operacyjną, którą można by było zastosować w leczeniu masywnych skrzywień kręgosłupa, przy jednoczesnym utrzymaniu największego poziomu bezpieczeństwa operowanego pacjenta, było wprowadzenie leczenia etapowego oraz modyfikacja techniki chirurgicznej, tzw. wyciągu wewnętrznego, znanej z literatury medycznej jako „temporary internal distraction”. Po wielu analizach, studiowaniu literatury medycznej i badań innych doświadczonych chirurgów kręgosłupa dokonałem modyfikacji oryginalnej techniki, tak by zminimalizować utratę krwi w trakcie operacji oraz zmniejszyć traumatyzację otaczających kręgosłup tkanek miękkich podczas takiej operacji. Wyniki badań zostały zaprezentowane na krajowych i zagranicznych zjazdach i konferencjach z zakresu chirurgii kręgosłupa:

- **Grabala P.** Staged surgical treatment of severe adolescent idiopathic scoliosis - case series. Pediatric Spinal Deformity Symposium. 25.02.2019. San Diego, CA, USA.
- **Grabala P.** Case based discussions: Staged surgical treatment with temporary internal distraction rods for the treatment of severe scoliosis in children – case series. I Pediatric and Adults Deformity Strategy and Treatment. 28.02.2019 – 03.03.2019. Honolulu, Hawaii, USA.
- **Grabala P.** Nowoczesne techniki leczenia operacyjnego deformacji kręgosłupa u dzieci i młodzieży. Ogólnopolska konferencja: Nowości w diagnostyce i terapii dzieci oraz osób dorosłych z zespołem Retta, Pitta-Hopkinsa oraz schorzeniami pokrewnymi. 09.11.2019. Poznań, Polska.

- **Grabala P.** A two-staged surgery with internal distraction for patients with severe spinal deformities. 16th Annual POSNA/AAOS International Pediatric Orthopedic Symposium. 3.12.2019 – 7.12.2019. Walt Disney World Swan Resort, Lake Buena Vista, FL, USA.
- **Grabala P.** Staged surgical treatment of severe adolescent idiopathic scoliosis – case series. Pediatric Spinal Deformity Symposium. 13.02.2020 – 14.02.2020. San Diego, CA, USA.
- **Grabala P.** Temporary internal distraction rods as alternative to halo gravity traction in the treatment of severe idiopathic scoliosis – case series. DePuy Synthes Spine Adolescent Spinal Deformity Course 2020. 6.03.2020 – 7.03.2020. Tampa, FL, USA.
- **Grabala P.** Minimizing Risk of Complications in Pediatric Severe Scoliosis Surgery-Case Series. DePuy Synthes Spine Adolescent Spinal Deformity Course 2020. 6.03.2020 – 7.03.2020. Tampa, FL, USA.
- **Grabala P.** Complex Spine Deformity Management of Severe Early Onset Scoliosis – case report. DePuy Synthes Spine Adolescent Spinal Deformity Course 2020. 6.03.2020 – 7.03.2020. Tampa, FL, USA.

Następstwem ww. badań i prezentowanych wyników na konferencjach naukowych są pełnotekstowe publikacje (tworzące cykl prac habilitacyjnych):

- **Grabala P,** Gregorczyk J, Fani N, Galgano MA, Grabala M. Surgical Treatment Strategies for Severe and Neglected Spinal Deformities in Children and Adolescents without the Use of Radical Three-Column Osteotomies. *J. Clin. Med.* 2024, 13, 4824. doi.org/10.3390/jcm13164824.
- **Grabala P,** Helenius IJ. Clinical and Radiological Outcomes of Less Invasive Temporary Internal Distraction Followed by Staged Pedicle Screw Instrumentation in Adolescents with Severe Idiopathic Scoliosis at 2-Year Minimum Follow-Up. *World Neurosurg.* 2020 Nov;143: e464-e473. doi: 10.1016/j.wneu.2020.07.183.
- **Grabala P,** Galgano MA, Grabala M, Buchowski JM. Radiological and Pulmonary Results of Surgical Treatment of Severe Idiopathic Scoliosis Using Preoperative Halo Gravity Traction Compared with Less Invasive Temporary Internal Distraction in Staged Surgery in Adolescents. *J Clin Med.* 2024 May 13;13(10):2875. doi: 10.3390/jcm13102875.

- **Grabala P**, Chamberlin K, Grabala M, Galgano MA, Helenius IJ. No Benefits in Using Magnetically Controlled Growing Rod as Temporary Internal Distraction Device in Staged Surgical Procedure for Management of Severe and Neglected Scoliosis in Adolescents. *J Clin Med.* 2023 Aug 17;12(16):5352. doi: 10.3390/jcm12165352.

We współpracy z zespołem badawczym Uniwersyteckiego Dziecięcego Szpitala Klinicznego w Białymstoku, oceniającym walkę z bólem pooperacyjnym pacjentów operowanych z powodu skoliozy idiopatycznej, opublikowana została praca:

- Turczynowicz A, Jakubów P, Niedźwiecka K, Kondracka J, Pużyńska W, Tałałaj M, Guszczyn T, **Grabala P**, Kowalczyk O, Kocańda S. Mu-Opioid Receptor 1 and C-Reactive Protein Single Nucleotide Polymorphisms as Biomarkers of Pain Intensity and Opioid Consumption. *Brain Sci.* 2023 Nov 24;13(12):1629. doi: 10.3390/brainsci13121629.

Dzieci stanowią szczególną grupę w terapii bólu. Polimorfizmy pojedynczego nukleotydu, które są związane z różnicami w pooperacyjnym, zapalnym odczuwaniu bólu i zapotrzebowaniu na opioidy, to SNP A118G w genie receptora mu-opioidowego 1 (OPRM1) i CRP rs1205. Celem tego badania było ustalenie związku między SNP OPRM1 i rs1205 CRP u pacjentów pediatrycznych po operacji a nasileniem bólu, dawką opioidów potrzebną do kontrolowania bólu po korekcji skoliozy i innymi aspektami klinicznymi. Określono genotypy polimorfizmów CRP rs1205 i OPRM1 w próbie 31 pacjentów, a także przeprowadzono analizę statystyczną pod kątem wieku, częstości genotypów, oceny bólu, przepływu sufentanylu, pobytu na oddziale opieki pooperacyjnej i stosowania leków przeciwbólowych. Częstość genotypów A/A i A/G w genie OPRM1 była zgodna z danymi 1000Genomes dla populacji europejskiej. Pacjenci z grupy AG SNP OPRM1 częściej potrzebowali koanalgetyków w celu odpowiedniej kontroli bólu, jednakże miało to słabą istotność statystyczną. Inne parametry mierzone w badaniu nie były statystycznie istotne w odniesieniu do polimorfizmów OPRM1 i CRP. Wpływ SNP na pooperacyjne leczenie bólu i terapię opioidową u dzieci nie został potwierdzony w tym badaniu.

Natomiast przy współpracy z ośrodkami zagranicznymi (w Finlandii, USA) opublikowałem autorską technikę instruktażową implantacji prętów magnetycznych u dzieci ze skoliozami o wczesnym początku. W załączonym materiale video i zdjęciach w sposób szczegółowy omówiono i zaprezentowano krok po kroku sposób bezpiecznej

implantacji prętów rosnących techniką mniej inwazyjną u dzieci ze skoliozami o wczesnym początku:

- Chamberlin K, Galgano M, **Grabala P**. Magnetically Controlled Growing Rods for Early-Onset Scoliosis: 2-Dimensional Operative Video. *Oper Neurosurg* (Hagerstown). 2023 Nov 1;25(5): e279. doi: 10.1227/ons.0000000000000833.
- **Grabala P**, Helenius IJ, Chamberlin K, Galgano M. Less-Invasive Approach to Early-Onset Scoliosis-Surgical Technique for Magnetically Controlled Growing Rod (MCGR) Based on Treatment of 2-Year-Old Child with Severe Scoliosis. *Children* (Basel). 2023 Mar 15;10(3):555. doi: 10.3390/children10030555.

Dzięki współpracy z polskimi i zagranicznymi ośrodkami klinicznymi chirurgii kręgosłupa sfinalizowano wielośrodkowe badanie, analizujące wyniki radiologiczne, kliniczne oraz powikłania 161 pacjentów leczonych magnetycznie kontrolowanymi prętami rosnącymi MAGEC. Jest to obecnie badanie największej grupy pacjentów, z najdłuższym okresem obserwacji. Część uzyskanych wyników została zaprezentowana na krajowych i zagranicznych zjazdach:

- **Grabala P**. Magnetically Controlled Growing Rods for Early Onset Scoliosis – outcomes and complications. *Controversies in Early Onset Scoliosis – Nuvasive Pediatric Symposium 2023*. 7.11.2023. Charleston, South Carolina, USA.
- **Grabala P**, Gupta MC, Pereira D, Latański M, Danielewicz A. Wyniki radiologiczne kontrolowanych magnetycznie prętów rosnących w leczeniu skoliozy idiopatycznej o wczesnym początku w porównaniu ze skoliozą o wczesnym początku o innych etiologiach – badanie wielośrodkowe z minimum 2-letnim okresem obserwacji. *X Zjazd Polskiego Towarzystwa Chirurgii Kręgosłupa*. 16.11.2023 - 18.11.2023. Gdańsk, Polska.
- **Grabala P**, Gupta MC, Pereira D, Latański M, Danielewicz A. Ocena jakości życia i powikłań u dzieci ze skoliozą o wczesnym początku leczonych magnetycznie kontrolowanymi prętami rosnącymi: porównanie pacjentów o różnej etiologii – badanie wielośrodkowe z minimum 2-letnim okresem obserwacji. *X Zjazd Polskiego Towarzystwa Chirurgii Kręgosłupa*. 16.11.2023 - 18.11.2023. Gdańsk, Polska.

Całość pozyskanych wyników została opublikowana w 4 artykułach pełnotekstowych:

- **Grabala P**, Gupta MC, Pereira DE, Latalski M, Danielewicz A, Glowka P, Grabala M. Radiological Outcomes of Magnetically Controlled Growing Rods for the Treatment of Children with Various Etiologies of Early-Onset Scoliosis-A Multicenter Study. *J Clin Med*. 2024 Mar 7;13(6):1529. doi: 10.3390/jcm13061529.
- **Grabala P**, Gupta MC, Pereira DE, Latalski M, Danielewicz A, Glowka P, Grabala M. Reply to Tabeling et al. Comment on "Grabala et al. Radiological Outcomes of Magnetically Controlled Growing Rods for the Treatment of Children with Various Etiologies of Early-Onset Scoliosis-A Multicenter Study. *J. Clin. Med.* 2024, 13, 1529". *J Clin Med*. 2024 May 21;13(11):3018. doi: 10.3390/jcm13113018.
- Glowka P, **Grabala P**, Gupta MC, Pereira DE, Latalski M, Danielewicz A, Grabala M, Tomaszewski M, Kotwicki T. Complications and Health-Related Quality of Life in Children with Various Etiologies of Early-Onset Scoliosis Treated with Magnetically Controlled Growing Rods-A Multicenter Study. *J Clin Med*. 2024 Jul 11;13(14):4068. doi: 10.3390/jcm13144068.
- **Grabala P**, Kowalski P, Rudziński MJ, Polis B, Grabala M. The Surgical Management of Severe Scoliosis in Immature Patient with a Very Rare Disease Costello Syndrome-Clinical Example and Brief Literature Review. *Life (Basel)*. 2024 Jun 10;14(6):740. doi: 10.3390/life14060740.

W powyższych badaniach analizowano wyniki leczenia operacyjnego pacjentów ze skoliozami o wczesnym początku przy zastosowaniu systemu kontrolowanych magnetycznie prętów rosnących MCGR. Jako że leczenie deformacji kręgosłupa zdiagnozowanych przed 10 roku życia jest krytyczne ze względu na rozwój dziecka, układ kostny i mechanizm wzrostu, magnetycznie kontrolowane pręty rosnące są opcją leczenia chirurgicznego u dzieci niedojrzałych kostnie. Celem tego badania była skrupulatna analiza wyników radiologicznych pacjentów leczonych MCGR w przypadku wczesnej skoliozy (EOS) o różnej etiologii. Przeanalizowaliśmy 161 pacjentów z EOS, u których zaimplantowano łącznie 302 MCGR w pięciu placówkach w latach 2016–2022. Średni czas obserwacji wynosił 32,8 miesiąca. Średni wiek implantacji MCGR wynosił 7 lat, a podczas ostatniej wizyty kontrolnej po ostatecznej korekcji i spondylodezie - 14,5 roku. Średnia korekcja wśród skolioz w podziale na etiologię wynosiła od 43% do 50% podczas okresu obserwacji. Średnia wysokość T1–T12 wzrosła o 5,95 mm/rok, a średnia wysokość T1–S1 zwiększyła się 10,1 mm/rok. Leczenie MCGR pozwoliło na średnią korekcję krzywizny o 50% w okresie

wydłużania, przy jednoczesnej kontroli wszelkich deformacji i wzrostu kręgosłupa, ze znacznym wzrostem wartości T1–T12 i T1–S1 w okresie obserwacji. Podczas gdy skoliozy wrodzone i układowe często mają sztywne skrzywienia, wykazano, że pojedyncze pręty mogą być równie skuteczne i bezpiecznie stosowane. Ostateczna spondylodeza skutkuje średnią końcową korektą czołową wynoszącą około 70%. Średnia wysokość kręgosłupa T1–T12 wzrosła o 75 mm, podczas gdy wysokość kręgosłupa T1–S1 wzrosła średnio o 97 mm.

W kolejnej pracy analizowano komplikacje wynikające z leczenia MCGR i jakość życia operowanych pacjentów. W tej samej grupie pacjentów odnotowano powikłania śródoperacyjne i pooperacyjne oraz te, które wystąpiły podczas kontynuacji leczenia MCGR. Do oceny jakości życia pacjentów i zadowolenia z leczenia wykorzystano 24-elementowy kwestionariusz EOSQ-24. Powikłania związane z implantem wymagające rewizji instrumentacji odnotowano u 26% pacjentów. Powikłania medyczne wystąpiły u 45% populacji. EOSQ-24 wykazał znaczącą poprawę średnich wyników podczas okresu obserwacji. Leczenie skolioz o wczesnym początku za pomocą MCGR niesie za sobą 66% ryzyko wystąpienia powikłań medycznych i mechanicznych, przy czym te ostatnie dotyczą 26% pacjentów wymagających procedur rewizyjnych. Dzieci ze skoliozą nerwowo-mięśniową, płeć żeńska, skrzywienia powyżej 90 stopni są bardziej narażone na wystąpienie powikłań. Ograniczenie liczby zabiegów planowych koniecznych do wydłużenia instrumentarium u pacjentów z MCGR może znacznie poprawić ich jakość życia i zadowolenie w całym okresie obserwacji.

W ostatniej pracy przedstawiono analizę leczenia ciężkiego skrzywienia kręgosłupa w przebiegu zespołu Costello. Zespół Costello (CS) to rzadki zespół genetyczny, w którym z powodu wystąpienia mutacji w genie HRAS na chromosomie 11 powodującym wystąpienie można zidentyfikować zespół cech takich jak charakterystyczny wygląd, wiele wad wrodzonych, niepełnosprawność intelektualna i genetyczna predyspozycja do raka, przyjazna osobowość i inne. Skolioza i kifoza, a także inne wady kręgosłupa, są częste, odpowiednio u 63% i 58% pacjentów. W pracy przedstawiono opis przypadku leczenia ciężkiej skoliozy 130 stopni u 14-letniego pacjenta z zespołem Costello, ze współistniejącym zespołem Chiari II i jamistością przy braku dojrzałości kostnej. U tego pacjenta wykonano dekompresję otworu wielkiego 3 miesiące przed planowaną korekcją chirurgiczną ciężkiej skoliozy. Pacjent został

zakwalifikowany do leczenia operacyjnego z zastosowaniem prętów rosnących MCGR. Po operacji kręgosłupa z zastosowaniem MCGR stopniowo wykonywaliśmy dystrakcję MCGR przez kolejne 2 lata; a następnie wykonaliśmy ostateczną operację korekcji skoliozy ze spondylodezą. W okresie okołoperacyjnym wystąpiły dwa poważne powikłania: odma opłucnowa spowodowana cewnikiem centralnym i krwawienie z przewodu pokarmowego z powodu wcześniej niezdiagnozowanych żylaków przewodu pokarmowego. Skolioza została skorygowana ze 130 stopni do około 48 stopni, równowaga strzałkowa uległa znacznej poprawie, a efekt zabiegu okazał się bardzo zadowalający, znacznie poprawiając jakość życia i funkcjonowanie pacjenta.

W zakresie moich szczególnych zainteresowań i badań jest ocena bezpieczeństwa resekcji kręgow w deformacjach wrodzonych, bezpieczeństwo wprowadzania śrub transpedikularnych u dzieci i młodzieży techniką free-hand, jak również ich biomechanika, wpływ na stabilność zespolenia, na jakość korekcji deformacji kręgosłupów. Pozyskane dane zostały opublikowane w pracach:

- **Grabala P**, Danowska-Idziok K, Helenius IJ. A Rare Complication of Thoracic Spine Surgery: Pediatric Horner's Syndrome after Posterior Vertebral Column Resection-A Case Report. *Children (Basel)*. 2023 Jan 13;10(1):156. doi: 10.3390/children10010156.
- **Grabala P**, Helenius IJ, Kowalski P, Grabala M, Zacha S, Deszczynski JM, Albrewczyński T, Galgano MA, Buchowski JM, Chamberlin K, Shah SA. The Child's Age and the Size of the Curvature Do Not Affect the Accuracy of Screw Placement with the Free-Hand Technique in Spinal Deformities in Children and Adolescents. *J Clin Med*. 2023 Jun 9;12(12):3954. doi: 10.3390/jcm12123954.
- **Grabala P**, Helenius IJ, Grabala M, Shah SA. Influences of Increasing Pedicle Screw Diameter on Widening Vertebral Pedicle Size during Surgery in Spinal Deformities in Children and Adolescents without Higher Risk of Pedicle and Vertebral Breaches. *J Clin Med*. 2023 Aug 18;12(16):5368. doi: 10.3390/jcm12165368.
- **Grabala P**, Kowalski P, Grabala M. The Influence of Increased Pedicle Screw Diameter and Thicker Rods on Surgical Results in Adolescents Undergoing Posterior Spinal Fusion for Idiopathic Scoliosis. *J Clin Med*. 2024 Apr 10;13(8):2174. doi: 10.3390/jcm13082174.

- **Grabala P**, Fani N, Gregorczyk J, Grabala M. Posterior-Only T11 Vertebral Column Resection for Pediatric Congenital Kyphosis Surgical Correction. *Medicina* (Kaunas). 2024 May 29;60(6):897. doi: 10.3390/medicina60060897.

Pierwsza z powyższych prac raportuje bardzo rzadkie powikłanie podczas resekcji kręgu z dostępu tylnego. Zespół Hornera (HS) klasycznie składa się z triady objawów: zwężenia źrenicy, opadania powieki i anhydrozy. Jest spowodowany upośledzeniem pewnej ścieżki w układzie współczulnym. Może również występować jako część objawów klinicznych innych chorób i zespołów, w tym guzów Pancoasta, guzów wewnątrzoponowych i/lub nadtwardówkowych, zespołu cieśni piersiowej, syringomielii, uszkodzenia splotu ramiennego i rozwarstwienia aorty. W naszym przypadku pięcioletnie dziecko z ciężką wrodzoną kifoskoliozą zakwalifikowano do leczenia operacyjnego deformacji kręgosłupa z dostępu tylnego, z osteotomią trójkolumnową i spondylodezą. Po udanej operacji u pacjenta ujawniono objawy HS z powodu dystrakcji pnia nerwu współczulnego i w związku z tym unerwienia lewego oka. Podczas 4-letniej obserwacji dziecko w pełni wyzdrowiało. Jest to pierwszy opisany przypadek HS po tylnej resekcji kręgosłupa i zespoleniu kręgosłupa w przypadku wrodzonej kifoskoliozy bez użycia znieczulenia zewnątrzoponowego.

Kolejna praca porusza bardzo ważny temat bezpieczeństwa wprowadzania śrub transpedikularnych w kręgi techniką free-hand u dzieci od 2 roku życia w trakcie operacji korekcyjnych deformacji kręgosłupów. Obecna metoda leczenia skrzywień kręgosłupów byłaby niemal niemożliwa bez wprowadzenia śrub segmentarnych (PS) w poszczególne kręgi. Niniejsze badanie przeprowadzono w celu oceny bezpieczeństwa i dokładności umieszczenia PS u dzieci z deformacjami kręgosłupa w każdym wieku. W tym wielośrodkowym badaniu przeanalizowano 6358 PS zastosowanych w operacjach dziecięcych deformacji kręgosłupa. U tych pacjentów wykonano pooperacyjne tomografie komputerową i przeanalizowano je pod kątem nieprawidłowego ustawienia śrub trzonowych i wyłamania (przednie, górne, dolne, przyśrodkowe i boczne). Spośród 6358 śrub umieszczonych w kręgosłupie piersiowym, lędźwiowym i krzyżowym 98% śrub zostało umieszczonych prawidłowo (stopień 0, 1 i juxta pedicular). Łącznie 56 śrub (0,88%) spowodowało wyłamanie ściany na więcej niż 4 mm, a 17 (0,26%) śrub wymieniono. Nie wystąpiły żadne nowe ani trwałe powikłania neurologiczne, naczyniowe ani trzewne. Nasza analiza wykazała, że technika free-hand umieszczenia śruby segmentarnej w strefie akceptowalnej i bezpiecznej w trzonach kręgowych

wyniosła 98%. Technika ta może być bezpiecznie stosowana u pacjentów w każdym wieku, a dokładność umiejscowienia śruby nie zależy od wieku dziecka ani wielkości krzywej deformacji. Implantacja śrub transpedikularnych u dzieci z deformacjami kręgosłupa może być wykonywana z bardzo niskim wskaźnikiem powikłań. Nawigacja lub użycie robota jest tylko narzędziem pomocniczym w rękach chirurgów, a wynik pracy ostatecznie zależy od chirurgów.

Kolejna praca, będąca kontynuacją badań nad bezpieczeństwem używania śrub transpedikularnych u dzieci i młodzieży, porusza aspekty rozszerzalności nasad w trakcie wprowadzania śrub o szerszej średnicy. Aby uzyskać odpowiednią stabilność i najlepszą możliwą korekcję, śruby muszą być najpierw precyzyjnie umiejscowione. Dodatkowymi czynnikami wpływającymi na jakość korekcji i powodzenie operacji są wielkość nasad i jakość kości, umiejętności chirurga oraz czynniki biomechaniczne, tj. szerokość i długość śrub używanych podczas operacji. Nasze badanie koncentrowało się na ocenie wpływu zwiększenia średnicy instrumentowanych nasad za pomocą śrub segmentarnych oraz ocenie bezpieczeństwa poszerzania tych nasad za pomocą śrub o różnych rozmiarach u dzieci z deformacjami kręgosłupa w okresie wzrostu, wykorzystując przedoperacyjne obrazowanie metodą rezonansu magnetycznego i pooperacyjną tomografię komputerową (TK) w celu oceny i porównania przedoperacyjnych pomiarów wielkości z MRI z pooperacyjnymi pomiarami TK. U 234 pacjentów (28 mężczyzn i 206 kobiet) 7954 trzonów kręgowych zostało zeskanowanych za pomocą przedoperacyjnego MRI, a 5080 śrub trzonowych zostało wszczepionych podczas operacji, które następnie oceniono za pomocą pooperacyjnej tomografii komputerowej. Badaliśmy podgrupy implantów: trzony kręgowe z wszczepionymi trzonami o rozmiarach śrub 5,0 mm i 5,5 mm (grupa S) oraz trzony o rozmiarach śrub 6,0 mm, 6,5 mm i 7,0 mm (grupa L). Nasze badanie potwierdza, że istnieje szeroki zakres rozszerzenia trzonu kręgowego podczas wprowadzania śruby (do 78%) przy niskim ryzyku wyłamań bocznych lub przyśrodkowych i bez zwiększonego ryzyka powikłań. Im większa średnica śruby wprowadzonej do trzonu, tym bardziej nasada się rozszerza. Pomiary szerokości nasad za pomocą przedoperacyjnego MRI mogą być pomocne w zapewnieniu wystarczającej niezawodności w planowaniu przedoperacyjnym.

Kontynuacja badań biomechaniki zastosowanych implantów i ich wpływ na wyniki korekcji zaprezentowano w kolejnej pracy. Nowoczesne techniki chirurgiczne

pozwalają na korekcję deformacji kręgosłupa, zatrzymując jej postęp i zwiększając ulgę w bólu oraz funkcjonowanie społeczne i fizyczne. Instrumenty te mają różne konstrukcje implantów, a śruby oraz średnice prętów i mogą być wykonane z różnych stopów metali o różnej twardości, co może mieć znaczący wpływ na efekt korekcji deformacji kręgosłupa. Zaprojektowaliśmy retrospektywne badanie oparte na tej samej technice chirurgicznej, wykorzystując różne rozmiary implantów i porównaliśmy wyniki. Analizie poddano pacjentów operowanych 2 systemami: śrub o średnicy 5,5 i 6,0 mm z podwójnymi prętami tytanowymi o średnicy 5,5 mm (grupa 1 (G1)) oraz śrub o średnicy 6,0 i 6,5 mm z podwójnymi prętami kobaltowo-chromowymi o średnicy 6,0 mm (grupa 2 (G2)). Po ostatecznej operacji średni procent korekcji MC był lepszy w G2 w porównaniu z G1, odpowiednio 74,5% w porównaniu z 69,8% ($p < 0,001$). W końcowym FU średnia utrata korekcji wyniosła 5,9° dla G1 i 3,2° dla G2 ($p < 0,001$). W FFU zauważyliśmy istotną różnicę w TK (T2–T5) między grupami, odpowiednio 16,7° vs. 9,6° dla G1 vs. G2 ($p < 0,001$). Pacjenci z AIS leczeni chirurgicznie śrubami o większej średnicy oraz grubszymi i sztywniejszymi prętami wykazali większą korekcję i pooperacyjną kifozę piersiową bez niepowodzenia implantu. Częstość powikłań, gęstość implantu i wyniki kliniczne pozostały podobne. Korzyści radiograficzne zgłoszone w tym badaniu kohortowym sugerują, że duże śruby i sztywniejsze pręty do korekcji deformacji kręgosłupa u dzieci są bezpieczne i bardzo skuteczne.

Ostatnia praca z wyżej wymienionych prezentuje i wyjaśnia moją autorską technikę instruktazową resekcji kręgu klinowego w kifozie wrodzonej. W załączonym materiale video i zdjęciach w sposób szczegółowy omówiono i zaprezentowano krok po kroku sposób bezpiecznej resekcji i korekcji deformacji, by uniknąć katastrofalnych powikłań. Przedstawiono cały proces leczenia, łącznie z oceną w okresie obserwacji i uzyskaniu zrostu kostnego.

Poszerzając swoje horyzonty, ciągle starając się ulepszać techniki operacyjne, wprowadzając nowe rozwiązania, opublikowałem własną autorską technikę operacyjną, wyjaśniającą krok po kroku implantację nowego rodzaju systemu implantów do leczenia skolioz o wczesnym początku. Warto wspomnieć, że implanty te zostały po raz pierwszy zastosowane w Unii Europejskiej w celu leczeniu skoliozy w Klinice Ortopedii i Traumatologii Dziecięcej Uniwersyteckiego Dziecięcego Szpitala

Klinicznego w Białymstoku (w lutym 2024 roku). Technika operacyjna została opublikowana:

- **Grabala P.** Minimally Invasive Controlled Growing Rods for the Surgical Treatment of Early-Onset Scoliosis-A Surgical Technique Video. *J Pers Med.* 2024 May 21;14(6):548. doi: 10.3390/jpm14060548.

Powracając do wciąż aktualnego tematu ciąży i macierzyństwa u pacjentek po operacji korekcji skoliozy, wraz ze współpracownikami-badaczami, dokonaliśmy aktualnego przeglądu piśmiennictwa dostępnych baz medycznych, co zaowocowało opublikowaniem podsumowania aktualnych informacji, wytycznych postępowania i odpowiedzi na najczęstsze pytania, zadawane przez pacjentki i ich rodziny:

- **Grabala P, Kowalski P, Grabala M.** From Rib Hump to Baby Hump-Common Questions of Patients Suffering from and Undergoing Treatment for Scoliosis-A Comprehensive Literature Review. *J Clin Med.* 2024 Jun 28;13(13):3814. doi: 10.3390/jcm13133814.

Pacjentki często pytają o poczęcie, ciążę, poród i przyszłe bóle pleców (BP). Sprawozdania na temat długoterminowych wyników po leczeniu AIS u dzieci i konsekwencji ciąży pozostają ograniczone. Niepewność dotyczy prawdopodobieństwa nasilenia bólu pleców (BP), cesarskiego cięcia (CS) lub innych problemów związanych z ciążą po chirurgicznym leczeniu AIS. W tej pracy podjęto próbę zbadania istniejących publikacji dotyczących osób dotkniętych skoliozą, które otrzymały leczenie zachowawcze lub chirurgiczne, w celu nakreślenia kluczowych i pragmatycznych ustaleń, mogących służyć jako kompas dla chirurgów kręgosłupa podczas doradzania młodym pacjentom z młodzieńczą idiopatyczną skoliozą w zakresie schorzenia, jego reperkusji, dostępnych metod leczenia i powiązanych wyników. Podczas gdy większość osób z AIS jest zdolna do poczęcia i urodzenia dzieci, mogą one napotkać większe problemy z płodnością niż zdrowe kobiety nieobjęte AIS. Kobiety w ciąży z wcześniejszą historią fuzji kręgosłupa z powodu AIS mogą przejść ciążę i poród bez znaczącego nasilenia powikłań okołoporodowych. U kobiet, które przeszły zabiegi chirurgiczne z powodu AIS, zaobserwowano częstsze występowanie bólu pleców porównywalne z występowaniem u zdrowych kobiet w ciąży. Jednakże częstsze występowanie bólu dolnej części pleców jest widoczne, gdy usztywnienie kręgosłupa jest rozszerzone na kręgi L3 lub L4. Chociaż ból pleców jest częstym zjawiskiem u

kobiet w ciąży z AIS, zmiany kręgosłupa wywołane ciążą są zazwyczaj niewielkie i przejściowe. W porównaniu ze zdrowymi kobietami osoby z historią usztywnienia kręgosłupa częściej wymagają cięcia cesarskiego. Stopień utraty korekcji w czasie ciąży jest niższy w poprzednich raportach dotyczących narzędzi śrubowych niż w poprzednich raportach dotyczących stosowanego w przeszłości instrumentarium Harringtona lub w przypadkach systemów hybrydowych.

- **Grabala P**, Helenius IJ, Buchowski JM, Shah SA. The Efficacy of a Posterior Approach to Surgical Correction for Neglected Idiopathic Scoliosis: A Comparative Analysis According to Health-Related Quality of Life, Pulmonary Function, Back Pain and Sexual Function. *Children (Basel)*. 2023 Feb 3;10(2):299. doi: 10.3390/children10020299.

Zakres moich badań zawierał także analizę jakości życia pacjentów leczonych operacyjnie z różnymi wielkościami skrzywień. Celem tego badania była ocena wyników leczenia ciężkiej idiopatycznej skoliozy (IS) i hipoteza, że leczenie chirurgiczne będzie miało lepszy wpływ na jakość życia związaną ze zdrowiem (HRQoL), funkcję płuc (PF), ból pleców i funkcje seksualne. Przeanalizowaliśmy 195 pacjentów z IS sklasyfikowanych do grupy ciężkiej (SG) i umiarkowanej (MG) z minimalnym okresem obserwacji wynoszącym dwa lata. Średnia krzywizna przedoperacyjna wynosiła 131° i 60° odpowiednio w SG i MG. Na początku badania mierzone parametry wydolności oddechowej FVC były istotnie niższe w SG niż w MG (51,2% w porównaniu z 83%), a wyjściowy odsetek wartości FEV1 był również istotnie niższy w SG niż w MG (60,8% w porównaniu z 77%). Podczas dwuletniej obserwacji w wartościach FVC oraz FEV1 uzyskano istotną poprawę, odpowiednio w SG 69,9% i 76,9% w porównaniu z MG, bez zaobserwowanej różnicy statystycznej podczas dwuletniego okresu obserwacji. Ocena jakości życia za pomocą SRS-22r wykazała klinicznie i statystycznie istotną poprawę wyników przedoperacyjnych w porównaniu z wynikami końcowej obserwacji, a średnia korekcja skrzywienia wynosiła 59%. Z powyższej pracy wyciągnięto wnioski, że leczenie chirurgiczne ciężkiej skoliozy znacząco poprawiło funkcję oddechową, co skutkowało klinicznie i statystycznie istotną poprawą jakości życia HRQoL w domenach kwestionariusza SRS-22r i bólu pleców (zmniejszenie z 36% do 8%), a także poprawą funkcji seksualnych. Planowane leczenie chirurgiczne może osiągnąć bardzo znaczącą korekcję deformacji przy minimalnym ryzyku powikłań, a zastosowane leczenie chirurgiczne ma lepszy wpływ na jakość życia

pacjentów z poważnymi deformacjami kręgosłupa i znacząco poprawia funkcjonowanie w każdej sferze życia.

Tematykę dotyczącą technik korekcji deformacji kręgosłupa u dzieci i młodzieży poruszają również najnowsze, opublikowane w 2024 roku, prace:

- **Grabala P**, Gregorczyk J, Fani N, Galgano MA, Grabala M. Surgical Treatment Strategies for Severe and Neglected Spinal Deformities in Children and Adolescents without the Use of Radical Three-Column Osteotomies. J. Clin. Med. 2024, 13, 4824. doi.org/10.3390/jcm13164824.
- Gilbert OE, Chamberlin K, **Grabala P**, Galgano MA. A Spinal Realignment Technique for Correction of Adolescent Distal Junctional Kyphosis: 2D Operative Video. Oper Neurosurg (Hagerstown). Epub 2024.

Tematyka w/w ww. publikacji opiera się na technikach korekcji deformacji kręgosłupa u dzieci i młodzieży. Pierwsza praca jest pracą poglądową, wchodzącą w skład cyklu habilitacyjnego, omawiającą i analizującą techniki leczenia operacyjnego ciężkich deformacji kręgosłupa. Druga praca stanowi prezentację techniki chirurgicznej, z demonstracją video oraz komentarzem, z dokładnym omówieniem techniki operacyjnej podjętej w celu leczenia jatrogennej deformacji kręgosłupa PJK, po przebytych i leczonym operacyjnie złamaniu kręgosłupa piersiowego.

7. Prezentacje i doniesienia zjazdowe na międzynarodowych i krajowych konferencjach naukowych (szczegółowy wykaz w załączniku nr 3).

Wykaz prezentacji i doniesień zjazdowych		
wszystkie	przed doktoratem	po doktoracie
127	64	63
Wykaz prezentacji i doniesień zjazdowych prezentowanych na zjazdach krajowych		
42	28	14
Wykaz prezentacji i doniesień zjazdowych prezentowanych na zjazdach zagranicznych		
85	36	49
Doniesienia zjazdowe z pierwszym autorstwem i jako prezentujący autor		
116	55	61

8. Informacja o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej.

8.1. Międzynarodowa współpraca naukowo-badawcza

W ramach współpracy naukowej z grupami badawczymi (z innymi ośrodkami ortopedii i traumatologii, chirurgii kręgosłupa) z kraju i za granicą, zostały zrealizowane projekty badawcze, których byłem kierownikiem, a ich finalizacją było wygłoszenie prezentacji, doniesień zjazdowych na konferencjach krajowych i zagranicznych oraz opublikowanie pełnotekstowych artykułów w recenzowanych czasopismach zagranicznych (*szczegółowy spis w załączniku nr 3*):

- Klinika Ortopedii i Traumatologii, Szpital Uniwersytecki w Helsinkach, Finlandia (7 artykułów)
- Klinika Ortopedii, Nemours Alfred duPont Hospital for Children, Wilmington, Delaware, USA (6 artykułów)
- Klinika Ortopedii i Traumatologii, Mayo Clinic, Rochester, USA (3 artykuły)
- Klinika Ortopedii Dziecięcej, Szpital Uniwersytecki w Turku, Finlandia (2 artykuły)
- Klinika Neurochirurgii, University of North Carolina, Chapel Hill, USA (5 artykułów)
- Klinika Ortopedii i Chirurgii Kręgosłupa, Washington University School of Medicine, St. Louis, MO, USA (7 artykułów, 1 list do Redakcji)

8.2. Krajowa współpraca naukowo-badawcza

W ramach współpracy naukowej z grupami badawczymi z kraju i za granicą, zostały zrealizowane projekty, których byłem kierownikiem, a ich finalizacją było wygłoszenie prezentacji i doniesień zjazdowych oraz opublikowanie pełnotekstowych artykułów (*szczegółowy spis w załączniku nr 3*):

- Klinika Chorób Kręgosłupa i Ortopedii Dziecięcej, Ortopedyczno - Rehabilitacyjny Szpital Kliniczny im. Wiktora Degi Uniwersytetu Medycznego im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu (2 artykuły, 1 list do Redakcji)
- Klinika Ortopedii Dziecięcej w Lublinie, Uniwersytecki Dziecięcy Szpital Kliniczny w Lublinie, Uniwersytet Medyczny w Lublinie (3 artykuły, 1 list do Redakcji)

- Klinika Neurochirurgii, Instytut Centrum Zdrowia Matki Polki w Łodzi (1 artykuł)
- Oddział Neurochirurgiczny, Wojewódzki Szpital Specjalistyczny w Gorzowie Wielkopolskim (4 artykuły)
- Klinika Ortopedii Dziecięcej w Szczecinie, Pomorski Uniwersytet Medyczny w Szczecinie (1 artykuł)
- Klinika Anestezjologii i Intensywnej Terapii Dzieci i Młodzieży z Pododdziałem Pooperacyjnym i Leczenia Bólu, Uniwersytet Medyczny w Białymstoku, Klinika Kardiochirurgii, Zakład Medycyny Paliatywnej, Zakład Kliniczny Biologii Molekularnej, Uniwersytet Medyczny w Białymstoku (1 artykuł)

8.3. Staże i szkolenia w zagranicznych ośrodkach klinicznych (łącznie: 47 tygodni)

- **2013** Mayo Clinic, Department of Pediatric Orthopedic, Division of Spine Deformity Mayo Clinic, Rochester, MN, USA (8 tygodni)
- **2015** Washington University Medical Center at Washington University School of Medicine; Center for Advanced Medicine (CAM)/BJC Institute of Health/St. Louis Children's Hospital. St. Louis, MO, USA (2 tygodnie)
- **2015** Department of Orthopedic Surgery Arkansas Children's Hospital, Little Rock, AR, USA (1 tydzień)
- **2015** Department of Orthopedic Surgery, Division of Spine Surgery Thomas Jefferson University, Philadelphia, PA, USA, *AO Spine North America Visiting Professor Program* (2 dni)
- **2015** Department of Orthopedic Surgery the Nemours/Alfred I. DuPont Hospital for Children, Wilmington, DE, USA (7 tygodni)
- **2016** Department of Orthopedic Surgery Rady Children's Specialists of San Diego, California, USA (2 dni)
- **2017** Department of Orthopedic Surgery the Nemours/Alfred I. DuPont Hospital for Children, Wilmington, DE, USA (7 tygodni)
- **2017** Department of Pediatric Orthopedic Surgery Los Angeles Children's Hospital, USA (2 miesiące)
- **2018** Department of Orthopedic Surgery Arkansas Children's Hospital, Little Rock, AR, USA (1 tydzień)

- **2018** Department of Pediatric Orthopedic Surgery, Scoliosis Service University of Turku and Turku University Hospital, Turku, Finlandia (1 tydzień)
- **2018** Penn Medicine Princeton Health, New Jersey oraz Institute for Spine and Scoliosis w Lawrenceville, New Jersey, USA (3 tygodnie)
- **2022** Washington University Medical Center at Washington University School of Medicine. Center for Advanced Medicine (CAM)/BJC Institute of Health/St. Louis Children's Hospital. St. Louis, MO, USA (2 tygodnie)
- **2022** Klinika Chirurgii Kręgosłupa, Rizzola Hospital, Santa Dona di Piave, Włochy (2 dni)
- **2023** Klinika Neurochirurgii i Chirurgii Kręgosłupa w Shriners Hospital for Children, Philadelphia, PA, USA. *Nuvasive Visiting Professor Program*. (3 dni)
- **2024** La Paz University Hospital, Madryt, Klinika Ortopedii i Traumatologii, pododdział Chirurgii Deformacji Kręgosłupa. (4 tygodnie)

Potwierdzenia odbytych staży znajdują się w załączniku nr 4.

Zaplanowane staże:

- **2024 X** Department of Pediatric Orthopedic Surgery Los Angeles Children's Hospital, USA. *Globus Visiting Professor Program*.
- **2024 X** Division of Spine Surgery, Adult Spinal Deformity Service, Brown University, The Miriam Hospital/Rhode Island Hospital, USA. *Visiting Professor Program*.

8.4. Kursy i szkolenia

Poza obowiązkowymi szkoleniami i kursami wg programu specjalizacji w ortopedii i traumatologii narządu ruchu, brałem udział (jako uczestnik) w **53** zagranicznych kursach, gdzie rozwijałem swoje umiejętności w zakresie diagnostyki, leczenia, technik leczenia operacyjnego na fantomach i na preparatach utrwalonych (kursy kadawerowe na zwłokach ludzkich):

- Basic Principles and Techniques of Operative Fracture Management Course. AO North America. 30.07.2011 – 2.08.2011. Chicago, IL, USA.
- Advanced Principles and Techniques of Operative Fracture Management.

- AO North America. 3.11.2011 – 6.11.2011. Las Vegas, NV, USA.
- Advances and Changing Concepts in Pediatric Fracture Management. AO North America. 23.03.2012 – 24.03.2012. Miami, FL, USA.
 - European Federation of National Associations of Orthopedics and Traumatology Children's Orthopedic Instructional Course - part III/III. 26.03.2012 – 28.03.2012. Orthopädisches Spital Wien Speising, Austria.
 - AAOS/POSNA Surgical Techniques for Managing Pediatric Orthopedic Trauma. Avoiding Pitfalls and Problems. 22.06.2012 – 23.06.2012. Rosemont, IL, USA.
 - European Federation of National Associations of Orthopedics and Traumatology. Children's Orthopedic Instructional Course - part II/III. 09.2012. Orthopädisches Spital Wien Speising, Austria.
 - AAOS/OTA Strategies and Tactics in Orthopedic Extremity Trauma. 29.11.2012 – 1.12.2012. Rosemont, IL, USA.
 - POSNA/IFPOS Pre-Course the Pediatric Orthopedic Society of North America. 1.05.2013. Toronto, Ontario, Canada.
 - Principles Specimen Course of Spinal Surgery. AO Spine Europe. 27.06.2013 – 28.06.2013. Lucerne, Switzerland.
 - NASS Introduction to Spine Surgery and Interventional Pain Management for Future Spine Surgeons and Future Interventional Pain Practitioners. Spine Education and Research Center NASS. 13.09.2013 -14.09.2013. Burr Ridge, IL, USA.
 - Spine Deformity Solutions: A Hands-On Course. Scoliosis Research Society. Spine Education and Research Center NASS. 3.10.2013 – 5.10.2013. Burr Ridge, IL, USA.
 - Spinal Deformity Live Surgery & Hands on Course. Broad Water/Saint Louis University/PASE Learning Center. 28.02.2014 – 01.03.2014. St. Louis, Missouri, USA.
 - 5th Annual One Spine Fellows & Residents Course. Seattle Science Foundation, 15.08.2014 – 17.08.2014. Seattle, USA.
 - 49th Annual Meeting. Pre-Meeting Course. Scoliosis Research Society. 10.09.2014. Anchorage, Alaska, USA.
 - 1st International Pediatric Spinal Deformity Symposium. Broad Water. 6.03.2015 – 7.03.2015. Orlando, FL, USA.

- Pediatric Spinal Deformity: On the Cutting-Edge V. Broad Water.10.04.2015 – 11.04.2015. Miami, FL, USA.
- POSNA/IFPOS Pre-Course. Treatment of Fractures in Kids: The Next Generation's Perspective. The Pediatric Orthopedic Society of North America. 29.04.2015. Atlanta, GA, USA.
- Spine A-Z: Current Concepts and Controversies. Broad Water.14.05.2015 – 16.05.2015. Miami, FL, USA.
- 6th Annual One Spine Fellows & Residents Course. Seattle Science Foundation, 14.08.2015 – 16.05.2015. Seattle, USA.
- 50th Annual Meeting. Pre-Meeting Course. Scoliosis Research Society. 30.09.2015. Minneapolis, MN, USA.
- Surgical planning in adult sagittal balance. AO Spine North America. 7.10.2015. Paoli, PA, USA.
- 1st Annual International Spinal Deformity Symposium. Broad Water. 4.12.2015 – 5.12.2015. Chicago, IL, USA.
- 12th Annual POSNA/AAOS International Pediatric Orthopedic Symposium. 8.12.2015 – 12.12.2015. Walt Disney World Swan Resort, Lake Buena Vista, FL, USA.
- Pediatric Orthopaedic Society of North America 2016 Pre-course: Trends and applications in pediatric lower extremity deformity. 27.04.2016. Indianapolis, Indiana, USA.
- Pediatric Spinal Deformity Symposium. Rady Children's Specialists of San Diego, California, United States. 10.06.2016 – 11.06.2016. San Diego, USA.
- 51st Annual Meeting. Pre-Meeting Course. Scoliosis Research Society. 21.09. 2016. Prague, Czech Republic.
- AAOS/SRS Spinal Deformities Course. 29.09.2016 – 30.09.2016. Rosemont, IL, USA.
- Spinal deformities and osteotomies. 21.10.2016. The Spine Hospital at New York - Presbyterian, New York, USA.
- Advanced Spinal Surgery Symposium and Hands on Course. University of Manchester. 25.01.2017 – 26.01.2017. Manchester, UK.
- 3rd International Pediatric Spinal Deformity Symposium. University of Central Florida/Broad Water. 2.03.2017 – 3.03.2017. Orlando, FL, USA.

- Pediatric Spinal Deformity: On the Cutting Edge VI. Broad Water. 31.03.2017 – 01.04.2017. Miami, FL, USA.
- European Paediatric Orthopaedic Society-North Combined Meeting. EPOSNA Pre-course: Cutting-Edge Pediatric Orthopaedics 2017: A Global Perspective”. 3.05.2017. Barcelona, Hiszpania.
- Nuvasive Products and Procedures Introduction. 19.06.2017. Amsterdam, Holandia.
- 52nd Annual Meeting. Pre-Meeting Course. Scoliosis Research Society. 05.09.2017. Philadelphia, USA.
- Pediatric Neuromuscular Spinal Deformity Symposium. 12.10.2017 – 13.10.2017. the Nemours/Alfred I. DuPont Hospital for Children, Wilmington, DE, USA.
- 7th Annual UCSF Techniques in Complex Spine Surgery Lab UCSF Department of Orthopedic Surgery. 3.11.2017 – 4.11.2017. San Francisco, CA, USA.
- International Spinal Deformity Symposium. 25.01.2018 – 26.01.2018. Athens, Greece.
- 4th International Pediatric Spinal Deformity Symposium. University of Central Florida/Broad Water. 23.03.2018 – 24.03.2018. Orlando, FL, USA.
- Globus Medical Deformity Correction Strategies Cadaveric Training Program. 26.04.2018 – 27.04.2018. Vienna, Austria.
- Pediatric Orthopaedic Society of North America 2018 Pre-course: Natural history in pediatric orthopaedics: how good is the data on which we base our decisions?”. 09.05.2018. Austin, Texas, USA.
- Pediatric Spinal Deformity Symposium. Rady Children's Specialists of San Diego, California, United States. 31.05.2018 – 01.06.2018. San Diego, USA.
- Annual Johns Hopkins Spine Workshop in Vista Labs. Johns Hopkins University School of Medicine. 07.09.2018 - 08.09.2018. Baltimore, MD, USA.
- Early Onset, Neuromuscular and Syndromic Pediatric Spinal Deformity Course. 14.09.2018 – 15.09.2018. Boston, USA. Boston Children’s Hospital & Harvard Medical School. Johnson & Johnson Institute for Professional Medical Resources.
- Pediatric and Adults Deformity Strategy and Treatment. 28.02.2019 – 03.03.2019. Honolulu, Hawaii, USA.
- Globus Medical Deformity Correction Strategies Cadaveric Training Program. 22.03.2019 – 23.03.2019. Madryt, Hiszpania.

- 12th Annual CSRS Advanced Techniques in Cervical Decompression and Stabilization. 30.05.2019 – 01.06.2019. St. Louis, MO, USA.
- AO Advanced Spine Techniques/Cadaver Lab. 17.06.2019 – 18.06.2019. Geneva, Switzerland.
- Eurospine Advanced Spine Techniques. 01.07.2019 – 05.07.2019. Geneva, Switzerland.
- AO Advanced Spine Techniques/Cadaver Lab. 17.07.2019 – 18.07.2019. Geneva, Switzerland.
- NASS Fundamentals of Spine Surgery. Spine Education and Research Center NASS. 11.10.2019 -12.10.2019. Burr Ridge, IL, USA.
- 58th Annual Meeting Scoliosis Research Society. Pre-Meeting Course. 06.09.2023. Seattle, Washington, USA.
- 29th Hands-on Cadaveric Dissection and Instructional Course. Cervical Spine Research Society - European Section Course. 26.10.2023 – 27.10.2023. Barcelona, Hiszpania.
- NASS Contemporary Management of Spinal Tumors. Spine Education and Research Center NASS. 26.04.2024 – 27.04.2024. Burr Ridge, IL, USA.

Łącznie: 111 dni roboczych

8.5. Konferencje naukowe

Uczestniczyłem w **47** konferencjach naukowych (w Polsce i za granicą), w których w większości brałem czynny udział, wygłaszając ustne prezentacje (*szczegółowy spis w załączniku nr 3*):

- IV Zjazd Polskiego Towarzystwa Chirurgii Kręgosłupa. 11.10.2012 – 13.10.2012. Zakopane, Poland.
- American Academy of Orthopedic Surgeons Annual Meeting. 19.03.2013 – 23.03.2013. Chicago, IL, USA. Pediatric Orthopedic Society of North America. Specialty Day. 23.03.2013. Chicago, IL, USA.
- POSNA Annual Meeting. The Pediatric Orthopedic Society of North America. 1.05.2013 - 4.05.2013. Toronto, Ontario, Canada.
- Minnesota Memorial Pediatric Orthopedic Symposium. Mayo School of Continuous Professional Development. 11.10.2013. Rochester, Minnesota, USA.

- North American Spine Society Summer Spine Meeting. 23.07.2014 – 26.07.2014. Amelia Island, FL, USA.
- 49th Annual Meeting Scoliosis Research Society. 10.09.2014 – 13.09.2014. Anchorage, Alaska, USA.
- V Zjazd Polskiego Towarzystwa Chirurgii Kręgosłupa. 23.10.2014 – 25.10.2014. Zakopane, Poland.
- 8th International Congress on Early Onset Scoliosis and Growing Spine (ICEOS). Broad Water. 20.11.2014 – 21.11.2014. Warszawa, Polska.
- Global Spine Outreach Annual Symposium. 22.11.2014. Warszawa, Polska.
- International Conference: Brain stereotaxy as an interdisciplinary treatment modality. 23.04.2015 – 25.04.2015. Katowice, Polska.
- POSNA Annual Meeting. The Pediatric Orthopedic Society of North America. 29.04.2015 – 2.05.2015, Atlanta, GA, USA.
- 50th Annual Meeting Scoliosis Research Society. 30.09.2015 – 3.10.2015. Minneapolis, MN, USA.
- Pediatric Orthopaedic Society of North America 2016 Annual Meeting. 27.04.2016-30.04.2016. Indianapolis, Indiana, USA.
- XXVI Sympozjum Sekcji Ortopedii Dziecięcej PTOiTR. 19.05.2016 – 21.05.2016. Poznań, Polska.
- 51st Annual Meeting Scoliosis Research Society. 21.09.2016 – 24.09.2016. Praga, Czechy.
- European Paediatric Orthopaedic Society-North Combined Meeting. 3.05.2017-06.05.2017. Barcelona, Hiszpania.
- North American Spine Society Orthopedic Days: Spine Deformity Surgery. Polish Society of Orthopedic and Spinal Surgery. 22.06.2017 – 24.06.2017. Ostróda / Olsztyn, Polska.
- 52nd Annual Meeting Scoliosis Research Society. 05.09.2017 – 09.09.2017. Philadelphia, USA.
- Pediatric Orthopaedic Society of North America 2018 Annual Meeting. 09.05.2018-12.05.2018. Austin, Texas, USA.
- Pediatric Orthopaedic Society of North America 2018 Subspecialty Day. 11.05.2018. Austin, Texas, USA.

- XXVIII Sympozjum Sekcji Ortopedii i Traumatologii Dziecięcej PTOiTR. 17.05.2018 – 19.05.2018. Białystok, Polska.
- XIV Zjazd Chirurgów Kręgosłupa – Osteoporoza Kręgosłupa. 6.06.2018 – 8.06.2018. Świeradów Zdrój, Polska.
- 12th International Congress on Early Onset Scoliosis and Growing Spine (ICEOS). 15.11.2018-16.11.2018. Lisbona, Portugalia.
- Summer Spine Meeting/North American Spine Society 29.07.2019-3.08.2019. Honolulu, Hawaii, USA.
- 54th Annual Meeting Scoliosis Research Society. 18.09.2019–21.09.2019, Montreal, Kanada.
- Nuvasive Pediatric Spinal Deformity Conference. 13.02.2020-14.02.2020. San Diego, CA, USA.
- DePuy Synthes Spine Adolescent Idiopathic Deformity. 6.03.2020-7.03.2020. Tampa, FL, USA.
- EUROSPINE Meeting 2020: Virtual Annual Meeting, 6.10.2020-9.10.2020.
- NSpine 5th Multidisciplinary Main Conference – Virtual Meeting. 13.07.2021-16.07.2021.
- 29th IMAST Scoliosis Research Society. 6.04.2022-9.04.2022. Miami, FL, USA.
- Nuvasive Pediatric Spinal Deformity Training, 28.04.2022-29.04.2022. Amsterdam, Holandia.
- Scoliosis Research Society Spine Deformity Solutions. 01.06.2022-3.06.2022. Bordeaux, Francja.
- Nuvasive Virtual Case Presentation - Case of the month 9.11.2022, Amsterdam, Holandia.
- Nuvasive Virtual Case Presentation - Case of the month 12.01.2023, Amsterdam, Holandia.
- Master techniques in pediatric complex spine deformity symposium and hands-on course. 14.03.2023, New Jersey, Englewood, USA.
- Spine Summit 2023, AANS/CNS Section on Disorders of the Spine, and Peripheral Nerves. 16.03.2023-19.03.2023. Miami, Mi, USA.
- Nuvasive Pediatric Spinal Deformity Symposium, 13.05.2023, Amsterdam, Holandia.

- Combined spine conference - complex spine surgery in children and adolescents. 12.07.2023. Shriners Hospital for Children, Philadelphia, PA, USA.
- Virtual Global Spine Conference. 28.09.2023, The University of North Carolina at Chapel Hill, Chapel Hill, North Carolina, USA.
- 58th Annual Meeting Scoliosis Research Society 6.09.2023–9.09.2023. Seattle, Washington, USA.
- I Zjazd Polskiego Towarzystwa Ortopedii Dziecięcej. 14–16.09.2023. Rzeszów, Polska.
- Controversies in Early Onset Scoliosis – Nuvasive Pediatric Symposium 2023. 7.11.2023. Charleston, South Carolina, USA.
- 17th International Congress on Early Onset Scoliosis (ICEOS). 8.11.2023-10.11.2023. Charleston, South Carolina, USA.
- X Zjazd Polskiego Towarzystwa Chirurgii Kręgosłupa. 16.11.2023-18.11.2023. Gdańsk, Polska.
- The 9th Annual Safety in Spine Surgery Summit. The Heart Conference Center, New York-Presbyterian Hospital. 31.05.2024. New York, NY, USA.
- NSpine 7th Multidisciplinary Main Conference. 25.07.2024-26.07.2024. Londyn, Wielka Brytania.
- 59th Annual Meeting Scoliosis Research Society. 10.09.2024–14.09.2024. Barcelona, Hiszpania.

Łącznie: 124 dni robocze

9. Działalność dydaktyczna

- Doktorant w Klinice Ortopedii Dziecięcej Uniwersytetu Medycznego w Lublinie
- Nauczyciel akademicki w Klinice Ortopedii i Traumatologii Dziecięcej Uniwersytetu Medycznego w Białymstoku
- Wykłady, seminaria, ćwiczenia kliniczne z ortopedii i traumatologii ze studentami kierunków lekarskiego polsko- i anglojęzycznego na Wydziale Lekarskim Uniwersytetu Medycznego w Białymstoku
- Opracowanie pytań testowych dla celów realizacji egzaminów dla studentów wydziału lekarskiego do egzaminu z ortopedii i traumatologii

- Prowadzenie szkoleń z zakresu technik operacyjnych chirurgii kręgosłupa dla lekarzy specjalistów chirurgów ortopedów i neurochirurgów za granicą na kursach, zajęć w laboratoriach na preparatach utrwalonych (zajęcia z technik chirurgicznych na kadaverach) w Amsterdamie (Holandia), Pradze (Czechy), Bordeaux (Francja), New Jersey (USA), San Diego (USA), Philadelphii (USA), Charlotte (USA)
- Instruktor międzynarodowy małoinwazyjnych technik chirurgicznych - implantów wzrostowych MAGEC/MARVEL w Nuvasive Globus Medical
- Instruktor zaawansowanych technik operacyjnych na kursach międzynarodowych organizowanych przez Scoliosis Research Society (Bordeaux, Praga).

9.1. Opieka i nadzór nad przygotowaniem prac studenckich prezentowanych na konferencjach i zjazdach naukowych lub przygotowanie publikacji

- Przy współpracy ze studentami V roku Kierunku Lekarskiego Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego, English Division przygotowano zostały 2 prace, które opublikowano w recenzowanych czasopismach zagranicznych.
- Przy współpracy ze studentami Koła Ortopedycznego, działającego przy Klinice Ortopedii i Traumatologii Dziecięcej Uniwersytetu Medycznego w Białymstoku, przygotowano zostały 2 prace, które opublikowano w recenzowanych czasopismach zagranicznych.

9.2. Kształcenie podyplomowe kadr medycznych

- Jestem kierownikiem specjalizacji 1 lekarza w trakcie rezydentury z ortopedii i traumatologii narządu ruchu.
- Jestem kierownikiem staży cząstkowych realizowanych w Klinice z zakresu ortopedii dziecięcej dla lekarzy w trakcie specjalizacji odbywanej w innych ośrodkach.

9.3. Działalność organizacyjna oraz udział w komitetach organizacyjnych i naukowych konferencji

- Od 1 stycznia 2023 roku pełnię funkcję Zastępcy Kierownika Kliniki Ortopedii i Traumatologii Dziecięcej Uniwersyteckiego Dziecięcego Szpitala Klinicznego w Białymstoku.

- W związku z pełnioną funkcją Zastępcy Kierownika Kliniki regularnie uczestniczę w posiedzeniach Rady Klinikistów Uniwersyteckiego Dziecięcego Szpitala Klinicznego w Białymstoku.
- Jestem odpowiedzialny za organizację dyżurów lekarskich w Klinice.

9.3.1. Pełniłem funkcję członka Komitetu Organizacyjnego:

- XXI Sympozjum Sekcji Ortopedii i Traumatologii Dziecięcej PTOiTr. 9.06.2011-11.06.2011. Ryn-Olsztyn, Polska.
- VI Działdowskich Warsztatach Ortopedycznych 07.06.2014-08.06.2014. Działdowo, Polska.
- Warmińsko-Mazursko-Podlaskiego Sympozjum Ortopedii i Traumatologii. 12.12.2014 – 13.12.2014. Pisz, Polska.
- 37 Dni Ortopedycznych PTOiTr. 22.06.2017-24.06.2017. Olsztyn-Ostróda. Polska.
- International Multidisciplinary Conference. Rehabilitation Yesterday Today – Tomorrow. 19.10.2018-20.10.2018. Lidzbark Warmiński, Polska.
- Scoliosis Research Society Current Concepts in Spine Deformity. 07.06.2024-09.06.2024. Praga, Czechy.
- Scoliosis Research Society 34th International Meeting on Advanced Spine Techniques - IMAST 2027.

9.3.2. Członek Komitetu Naukowego Konferencji:

- Spine Week. 1.05.2023-5.05.2023. Melbourne, Australia.
- Scoliosis Research Society Spine Deformity Solutions. 01.06.2022-3.06.2022. Bordeaux, Francja.
- 17th International Congress on Early Onset Scoliosis (ICEOS). 8.11.2023-10.11.2023. Charleston, South Carolina, USA.
- Scoliosis Research Society Current Concepts in Spine Deformity. 07.06.2024-09.06.2024. Praga, Czechy.

- 18th International Congress on Early Onset Scoliosis (ICEOS). 13.11.2024-15.11.2024. Scottsdale, Arizona, USA.
- XI Zjazd Polskiego Towarzystwa Chirurgii Kręgosłupa. 21.11.2024-23.11.2024. Lublin, Polska.
- Scoliosis Research Society 34th International Meeting on Advanced Spine Techniques - IMAST 2027.

9.3.3. Prowadzenie sesji naukowych na konferencjach

- Dni Ortopedyczne PTOiTr. 22.06.2017-24.06.2017. Olsztyn-Ostróda. Polska.
- Nuvasive Pediatric Spinal Deformity Training, 28.04.2022-29.04.2022. Amsterdam, Holandia.
- Scoliosis Research Society Spine Deformity Solutions. 01.06.2022-3.06.2022. Bordeaux, Francja.
- Master techniques in pediatric complex spine deformity symposium and hands-on course. 14.03.2023, New Jersey, Englewood, USA.
- Nuvasive Pediatric Spinal Deformity Symposium, 13.05.2023, Amsterdam, Holandia.
- Controversies in Early Onset Scoliosis – Nuvasive Pediatric Symposium 2023. 7.11.2023. Charleston, South Carolina, USA.

10. Członkostwo w towarzystwach naukowych

10.1. Krajowych:

- Polskie Towarzystwo Chirurgii Kręgosłupa (PTCHK)
- Polskie Towarzystwo Ortopedii Dziecięcej (PTOD)
- Polskie Towarzystwo Ortopedii i Traumatologii (PTOiTr)

Zostałem wybrany do pełnienia funkcji Prezydenta Oddziału Podlaskiego Polskiego Towarzystwa Ortopedii i Traumatologii w roku 2024/2025 (obecna kadencja).

10.2. Międzynarodowych:

- North American Spine Society (NASS)
- AO Spine
- EUROSPINE
- Scoliosis Research Society (SRS) – active fellow
- European Paediatric Orthopaedic Society (EPOS)

W **Scoliosis Research Society** jestem/byłem członkiem komitetu:

- **2024 – 2027** International Meeting on Advanced Spine Techniques
- **2022 – 2025** Education Resources Committee
- **2020 – 2022** Global Education Committee
- **2018 – 2020** Global Outreach Committee
- **2019 – 2021** Translation Committee
- **2019 – 2021** Growing Spine Committee

W **North American Spine Society** (NASS) jestem/byłem członkiem komitetu:

- **2019 – 2021** Feedback Committee
- **2019 – 2025** The Spine Journal Reviewing Committee

11. Udział w radach naukowych czasopism medycznych i recenzowanie artykułów

Guest Editor:

- **Journal of Personalized Medicine (IF 3.0)**
Special Issue: Complex Spine Surgery: From Childhood to Adults. Future Directions.

Editorial Board:

- Journal of Personalized Medicine (IF 3.0)
- The Spine Journal / North American Spine Society (IF 4.9)

Reviewing Board:

- Journal of Clinical Medicine
- Children's MDPI
- Life MDPI

- Journal of Personalized Medicine

Ad hoc recenzent:

- Journal of Spine
- Spine Philadelphia
- World Neurosurgery
- Polish Annales of Medicine
- Orthopedic & Muscular System: Current Research
- Journal of Orthopaedic Surgery and Research
- Anatomia MDPI
- Global Spine Journal
- Healthcare MDPI
- Medicina MDPI
- Surgical Techniques Development

12. Działania popularyzujące naukę:

- Szkolenia dla pacjentów ze skoliozą, rodziców i ich rodzin, organizowane przez *Stowarzyszenie Skolioza-Polska*
- Szkolenia dla pacjentów ze skoliozą, rodziców i ich rodzin, organizowane przez *Stowarzyszenie Dzieci z zespołem Retta*
- Sympozjum dla pacjentów, rodziców dzieci ze skoliozą i fizjoterapeutów, organizowane przez *Klinikę Ortopedii Dziecięcej Uniwersytetu Medycznego w Lublinie oraz Fundację PoMOC ma MOC*
- Szkolenie dla pielęgniarek operacyjnych na *Ogólnopolskim Zjeździe pielęgniarek operacyjnych w Białymstoku*
- Szkolenia dla studentów medycyny na konferencjach studenckich organizowanych przy współpracy z *Kliniką Ortopedii i Traumatologii Dziecięcej Uniwersytetu Medycznego w Białymstoku*.

13. Wykłady na „zaproszenie”:

- Skoliozy idiopatyczne – leczenie operacyjne, typy korekcji. IV Moduł ADVANCED Course. Polskie Towarzystwo Chirurgii Kręgosłupa. 6.06.2018 – 8.06.2018. Świeradów Zdrój, Polska.

- Preoperative halo-gravity traction for patients with severe spinal deformities. International Multidisciplinary Conference. Rehabilitation Yesterday Today – Tomorrow. 19.10.2018 -20.10.2018. Lidzbark Warmiński, Polska.
- Magnetically Controlled Growing Rods for Early Onset Idiopathic Scoliosis – case series. 12th International Congress on Early Onset Scoliosis and Growing Spine (ICEOS). Nuvasive Pediatric Deformity Pre-course. 15.11.2018-16.11.2018. Lisbona, Portugalia.
- Nowoczesne techniki leczenia operacyjnego deformacji kręgosłupa u dzieci i młodzieży. Ogólnopolska konferencja: Nowości w diagnostyce i terapii dzieci oraz osób dorosłych z zespołem Retta, Pitta-Hopkinsa oraz schorzeniami pokrewnymi. 09.11.2019 Poznań. Polska.
- The surgical management of spinal deformities in children and adolescents. Virtual Global Spine Conference. 28.09.2023, The University of North Carolina at Chapel Hill, Chapel Hill, North Carolina, USA.
- Leczenie operacyjne ciężkich i zaniedbanych deformacji kręgosłupa u dzieci i młodzieży. Ogólnopolska konferencja: skolioza – geneza, leczenie i życie po operacji. 17.09.2023. Poznań, Polska.
- Controversies in Early Onset Scoliosis – Nuvasive Pediatric Symposium 2023. 7.11.2023. Charleston, South Carolina, USA.
- Scoliosis Research Society Current Concepts in Spine Deformity. 07.06.2024-09.06.2024. Praga, Czechy.

Piśmiennictwo

1. Ahonen, M.; Syvänen, J.; Helenius, L.; Mattila, M.; Perokorpi, T.; Diarbakerli, E.; Gerdhem, P.; Helenius, I. Back Pain and Quality of Life 10 Years after Segmental Pedicle Screw Instrumentation for Adolescent Idiopathic Scoliosis. *Spine* 2023, 48, 665–671.
2. Akazawa, T.; Kotani, T.; Sakuma, T.; Iijima, Y.; Torii, Y.; Ueno, J.; Umehara, T.; Iinuma, M.; Yoshida, A.; Tomochika, K.; et al. Health-Related Quality of Life of Patients with Adolescent Idiopathic Scoliosis at Least 40 Years after Surgery. *Spine* 2023, 48, 501–506.
3. Akazawa, T.; Kotani, T.; Sakuma, T.; Nakayama, K.; Iijima, Y.; Torii, Y.; Iinuma, M.; Kuroya, S.; Asano, K.; Ueno, J.; et al. Pulmonary Function Improves in Patients with Adolescent Idiopathic Scoliosis who Undergo Posterior Spinal Fusion Regardless of Thoracoplasty: A Mid-Term Follow-Up. *Spine Surg. Relat. Res.* 2020, 5, 22–27. <https://doi.org/10.22603/ssr.2020-0077>.
4. Akazawa, T.; Minami, S.; Kotani, T.; Nemoto, T.; Koshi, T.; Takahashi, K. Health-related quality of life and low back pain of patients surgically treated for scoliosis after 21 years or more of follow-up: Comparison among nonidiopathic scoliosis, idiopathic scoliosis, and healthy subjects. *Spine* 2012, 37, 1899–1903.
5. AlNouri, M.; Wada, K.; Kumagai, G.; Asari, T.; Nitobe, Y.; Morishima, T.; Uesato, R.; Aoki, M.; Ishibashi, Y. Diseases and comorbidities associated with early-onset scoliosis: A retrospective multicenter analysis. *Spine Deform.* 2023, 11, 481–486. <https://doi.org/10.1007/s43390-022-00613-6>.

6. Altaf, F.; Drinkwater, J.; Mungovan, S.; Wong, E.; Cho, K.J.; Sebaaly, A.; Cree, A.K. Posterior scoliosis correction with thoracoplasty: Effect on pulmonary function with a mean follow-up of 4.8 years. *Spine Deform.* 2022, *10*, 825–832. <https://doi.org/10.1007/s43390-022-00486-9>.
7. Amanullah, A.; Piazza, M.; Qutteineh, B.; Samdani, A.F.; Pahys, J.M.; Toll, B.J.; Kim, A.J.; Hwang, S.W. Risk factors for proximal junctional kyphosis after pediatric spinal deformity surgery with halo gravity traction. *Childs Nerv. Syst.* 2022, *38*, 1913–1922.
8. Ascani, E.; Bartolozzi, P.; Logroscino, C.A.; Marchetti, P.G.; Ponte, A.; Savini, R.; Travaglini, F.; Binazzi, R.; DI Silvestre, M. Natural history of untreated idiopathic scoliosis after skeletal maturity. *Spine* 1986, *11*, 784–789.
9. Auerbach, J.D.; Lenke, L.G.; Bridwell, K.H.; Sehn, J.K.; Milby, A.H.; Bumpass, D.; Crawford, C.H.; O'shaughnessy, B.A.; Buchowski, J.; Chang, M.S.; et al. Major Complications and Comparison Between 3-Column Osteotomy Techniques in 105 Consecutive Spinal Deformity Procedures. *Spine* 2012, *37*, 1198–1210.
10. Badin, D.; Gupta, A.; Skaggs, D.L.; Sponseller, P.D. Temporary internal distraction for severe scoliosis: Two-year minimum follow-up. *Spine Deform.* 2023, *11*, 341–350.
11. Badin, D.; Skaggs, D.L.; Sponseller, P.D. Temporary Internal Distraction for Severe Scoliosis. *JBJS Essent. Surg. Tech.* 2022, *12*, e22.00006. <https://doi.org/10.2106/JBJS.ST.22.00006>.
12. Barsoum, W.K.; Mayerson, J.; Bell, G.R. Cranial nerve palsy as a complication of operative traction. *Spine* 1999, *24*, 585–586.
13. Bauchat, J.R.; McCarthy, R.J.; Koski, T.R.; Wong, C.A. Labor Analgesia Consumption and Time to Neuraxial Catheter Placement in Women with a History of Surgical Correction for Scoliosis: A Case-Matched Study. *Anesth. Analg.* 2015, *121*, 981–987.
14. Behrbalk, E.; Uri, O.; Clamp, J.A.; Rickert, M.; Boszczyk, B.M. Bilateral reconstructive costoplasty for razorback deformity correction in adolescent idiopathic scoliosis. *Eur. Spine J.* 2015, *24*, 234–241. <https://doi.org/10.1007/s00586-014-3619-x>.
15. Berman, A.T.; Cohen, D.L.; Schwentker, E.P. The effects of pregnancy on idiopathic scoliosis. A preliminary report on eight cases and a review of the literature. *Spine* 1982, *7*, 76–77.
16. Betz, R.R.; Bunnell, W.P.; Lambrecht-Mulier, E.; MacEwen, G.D. Scoliosis and pregnancy. *J. Bone Jt. Surg. Am.* 1987, *69*, 90–96.
17. Biviá-roig, G.; Lisón, J.F.; Sánchez-Zuriaga, D. Effects of pregnancy on lumbar motion patterns and muscle responses. *Spine J.* 2018, *19*, 364–371.
18. Bjerkreim, I.; Steen, H.; Brox, J.I. Idiopathic scoliosis treated with Cotrel-Dubousset instrumentation: Evaluation 10 years after surgery. *Spine* 2007, *32*, 2103–2110.
19. Blount, W.P.; Mellencamp, D. The effect of pregnancy on idiopathic scoliosis. *J. Bone Jt. Surg. Am.* 1980, *62*, 1083–1087.
20. Boachie-Adjei, O.; FOCOS Spine Research Group; Sacramento-Dominguez, C.; Ayamga, J.; Sackeyfio, A.; Duah, H.O.; Yankey, K.P.; Akoto, H.; Hodes, R.; Wulff, I.; et al. Characterization of complex vertebral transposition (gamma deformity) >180 degrees: Clinical and radiographic outcomes of halo gravity traction and vertebral column resection (VCR). *Spine Deform.* 2021, *9*, 411–425.
21. Bogunovic, L.; Lenke, L.G.; Bridwell, K.H.; Luhmann, S.J. Preoperative Halo-Gravity Traction for Severe Pediatric Spinal Deformity: Complications, Radiographic Correction and Changes in Pulmonary Function. *Spine Deform.* 2013, *1*, 33–39. <https://doi.org/10.1016/j.jspd.2012.09.003>.
22. Brandwijk, A.C.; Heemskerk, J.L.; Willigenburg, N.W.; Altena, M.C.; Kempen, D.H.R. Health-related quality of life of adult, non-surgically treated patients with idiopathic scoliosis and curves above 45°: A cross-sectional study at an average follow-up of 30 years. *Eur. Spine J.* 2023, *32*, 3084–3093.
23. Buchowski, J.M.; Bhatnagar, R.; Skaggs, D.L.; Sponseller, P.D. Temporary internal distraction as an aid to correction of severe scoliosis. *J. Bone Joint Surg. Am.* 2006, *88*, 2035–2041. <https://doi.org/10.2106/JBJS.E.00823>.
24. Buchowski, J.M.; Skaggs, D.L.; Sponseller, P.D. Temporary internal distraction as an aid to correction of severe scoliosis: Surgical technique. *J. Bone Joint Surg. Am.* 2007, *89*, 297–309. <https://doi.org/10.2106/JBJS.G.00163>.
25. Bullmann, V.; Halm, H.F.H.; Schulte, T.; Lerner, T.; Weber, T.P.; Liljenqvist, U.R. Combined anterior and posterior instrumentation in severe and rigid idiopathic scoliosis. *Eur. Spine J.* 2006, *15*, 440–448. <https://doi.org/10.1007/s00586-005-1016-1>.
26. Byrd, J.A.; Scoles, P.V.; Winter, R.B.; Bradford, D.S.; Lonstein, J.E.; Moe, J.H. Adult idiopathic scoliosis treated by anterior and posterior spinal fusion. *J. Bone Joint Surg. Am.* 1987, *69*, 843–850.
27. Cao, Y.; Shu, S.; Jing, W.; Zhu, Z.; Qiu, Y.; Bao, H. Quality of Life During Pregnancy, Caesarean Section Rate, and Anesthesia in Women with a History of Anterior Correction Surgery for Lumbar Scoliosis: A Case-Control Study. *Med. Sci. Monit.* 2020, *26*, e926960.

28. Chan, E.W.; Gannon, S.R.; Shannon, C.N.; Martus, J.E.; Mencio, G.A.; Bonfield, C.M. The impact of curve severity on obstetric complications and regional anesthesia utilization in pregnant patients with adolescent idiopathic scoliosis: A preliminary analysis. *Neurosurg. Focus.* 2017, 43, E4.
29. Chen, Z.; Rong, L. Comparison of combined anterior-posterior approach versus posterior-only approach in treating adolescent idiopathic scoliosis: A meta-analysis. *Eur. Spine J.* 2016, 25, 363–371. <https://doi.org/10.1007/s00586-015-3968-0>.
30. Cheung, J.P.; Cahill, P.; Yaszay, B.; Akbarnia, B.A.; Cheung, K.M. Special article: Update on the magnetically controlled growing rod: Tips and pitfalls. *J. Orthop. Surg.* 2015, 23, 383–390.
31. Chia, Y.Y.; Lo, Y.; Chen, Y.B.; Liu, C.-P.; Huang, W.-C.; Wen, C.-H. Risk of chronic low back pain among parturients who undergo cesarean delivery with neuraxial anesthesia: A nationwide population-based retrospective cohort study. *Medicine* 2016, 95, e3468.
32. Choudhry, B.; Leung, B.; Filips, E.; Dhaliwal, K. Keeping the Traction on in Orthopaedics. *Cureus* 2020, 12, e10034. <https://doi.org/10.7759/cureus.10034>.
33. Chunguang, Z.; Yueming, S.; Limin, L.; Qingquan, K.; Hao, L.; Quan, G.; Li, T.; Jiancheng, Z. Convex short length rib resection in thoracic adolescent idiopathic scoliosis. *J. Pediatr. Orthop.* 2011, 31, 757–763. <https://doi.org/10.1097/BPO.0b013e31822f9070>.
34. Cochran, T.; Irstam, L.; Nachemson, A. Long-term anatomic and functional changes in patients with adolescent idiopathic scoliosis treated by Harrington rod fusion. *Spine* 1983, 8, 576–584.
35. Cochran, T.; Nachemson, A. Long-term anatomic and functional changes in patients with adolescent idiopathic scoliosis treated with the Milwaukee brace. *Spine* 1985, 10, 127.
36. Crosby, E.T.; Halpern, S.H. Obstetric epidural anaesthesia in patients with Harrington instrumentation. *Can. J. Anaesth.* 1989, 36, 693–696.
37. Cui, G.; Watanabe, K.; Nishiwaki, Y.; Hosogane, N.; Tsuji, T.; Ishii, K.; Matsumoto, M. Loss of apical vertebral derotation in adolescent idiopathic scoliosis: 2-year follow-up using multi-planar reconstruction computed tomography. *Eur. Spine J.* 2012, 21, 1111–1120.
38. Daley, M.D.; Rolbin, S.H.; Hew, E.M.; Morningstar, B.A.; Stewart, J.A. Epidural anesthesia for obstetrics after spinal surgery. *Reg. Anesth.* 1990, 15, 280–284.
39. Danielsson, A.J.; Nachemson, A.L. Back pain and function 23 years after fusion for adolescent idiopathic scoliosis: A case-control study-part II. *Spine* 2003, 28, E373–E383.
40. Danielsson, A.J.; Nachemson, A.L. Childbearing, curve progression, and sexual function in women 22 years after treatment for adolescent idiopathic scoliosis: A case-control study. *Spine* 2001, 26, 1449–1456.
41. Deng, H.; Chan, A.K.; Ammanuel, S.; Chan, A.Y.; Oh, T.; Skrehot, H.C.; Edwards, S.; Kondapavulur, S.; Nichols, A.D.; Liu, C.; et al. Risk factors for deep surgical site infection following thoracolumbar spinal surgery. *J. Neurosurg. Spine* 2019, 32, 292–301.
42. Di Silvestre, M.; Bakaloudis, G.; Lolli, F.; Vommaro, F.; Martikos, K.; Parisini, P. Posterior fusion only for thoracic adolescent idiopathic scoliosis of more than 80 degrees: Pedicle screws versus hybrid instrumentation. *Eur. Spine J.* 2008, 17, 1336–1349. <https://doi.org/10.1007/s00586-008-0731-9>.
43. Di Silvestre, M.; Zanirato, A.; Greggi, T.; Scarale, A.; Formica, M.; Vallergera, D.; Legrenzi, S.; Felli, L. Severe adolescent idiopathic scoliosis: Posterior staged correction using a temporary magnetically-controlled growing rod. *Eur. Spine J.* 2020, 29, 2046–2053. <https://doi.org/10.1007/s00586-020-06483-8>.
44. Domenech, P.; Mariscal, G.; Marquina, V.; Bas, P.; Bas, T. Efficacy and safety of halo-gravity traction in the treatment of spinal deformities: A systematic review of the literature. *Rev. Española Cirugía Ortopédica Traumatol.* 2023, 68, 159–167.
45. Dubousset, J.; Herring, J.A.; Shufflebarger, H.L. The crankshaft phenomenon. *J. Pediatr. Orthop.* 1989, 9, 541–550.
46. Duray, C.; Ilharreborde, B.; Khalifé, M.; Julien-Marsollier, F.; Simon, A.L.; Ferrero, E. Benefit-risks analysis of thoracoplasty in adolescent idiopathic scoliosis treated by sublaminar bands. *Orthop. Traumatol. Surg. Res.* 2022, 103484. <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2022.103484>.
47. Edgar, M.A.; Mehta, M.H. Long-term follow-up of fused and unfused idiopathic scoliosis. *J. Bone Jt. Surg. Br.* 1988, 70, 712–716.
48. El Masry, M.A.; Saleh, A.M.; McWilliams, A.B.; Tsiridis, E.; Salah, H.; El Hawary, Y.K. Concave rib osteotomy: A modified technique revisited. *Eur. Spine J.* 2007, 16, 1600–16003. <https://doi.org/10.1007/s00586-007-0411-1>.
49. Faldini, C.; Barile, F.; Perna, F.; Pasini, S.; Fiore, M.; Viroli, G.; Di Martino, A.; Ruffilli, A. Hi-PoAD technique for Adolescent Idiopathic Scoliosis in Adult: Personal case series. *Eur. Spine J.* 2021, 30, 3509–3516. <https://doi.org/10.1007/s00586-021-06897-y>.
50. Falick-Michaeli, T.; Schroeder, J.E.; Barzilay, Y.; Luria, M.; Itzchayek, E.; Kaplan, L. Adolescent idiopathic scoliosis and pregnancy: An unsolved paradigm. *Glob. Spine J.* 2015, 5, 179–184.
51. Floccari, L.V.; Poppino, K.; Greenhill, D.A.; Sucato, D.J. Ponte osteotomies in a matched series of large AIS curves increase surgical risk without improving outcomes. *Spine Deform.* 2021, 9, 1411–1418.

52. Fowles, J.V.; Drummond, D.S.; L'Ecuyer, S.; Roy, L.; Kassab, M.T. Untreated scoliosis in the adult. *Clin. Orthop.* 1978, *134*, 212–217.
53. Garabekyan, T.; Hosseinzadeh, P.; Iwinski, H.J.; Muchow, R.D.; Talwalkar, V.R.; Walker, J.; Milbrandt, T.A. The results of preoperative halo-gravity traction in children with severe spinal deformity. *J. Pediatr. Orthop. B* 2014, *23*, 1–5. <https://doi.org/10.1097/BPB.0b013e32836486b6>.
54. Geissele, A.E.; Ogilvie, J.W.; Cohen, M.; Bradford, D.S. Thoracoplasty for the treatment of rib prominence in thoracic scoliosis. *Spine* 1994, *19*, 1636–1642. <https://doi.org/10.1097/00007632-199407001-00014>.
55. Gottlich, C.; Sponseller, P.D. Ponte Osteotomy in Pediatric Spine Surgery. *JBJS Essent. Surg. Tech.* 2020, *10*, e19.00001. <https://doi.org/10.2106/JBJS.ST.19.00001>.
56. Gozubuyuk, E.; Aygun, E.; Basaran, I.; Canbolat, N.; Cavdaroglu, B.; Akgul, T.; Buget, M.I. Effects of Changes in Body Temperature on Perioperative Bleeding in Adolescent Idiopathic Scoliosis Surgery. *Ther. Hypothermia Temp. Manag.* 2022, *12*, 146–154. <https://doi.org/10.1089/ther.2021.0016>.
57. Grabala, P. Minimally Invasive Controlled Growing Rods for the Surgical Treatment of Early-Onset Scoliosis-A Surgical Technique Video. *J. Pers. Med.* 2024, *14*, 548. <https://doi.org/10.3390/jpm14060548>.
58. Grabala, P.; Chamberlin, K.; Grabala, M.; Galgano, M.A.; Helenius, I.J. No Benefits in Using Magnetically Controlled Growing Rod as Temporary Internal Distraction Device in Staged Surgical Procedure for Management of Severe and Neglected Scoliosis in Adolescents. *J. Clin. Med.* 2023, *12*, 5352. <https://doi.org/10.3390/jcm12165352>.
59. Grabala, P.; Chamberlin, K.; Grabala, M.; Galgano, M.A.; Helenius, I.J. No Benefits in Using Magnetically Controlled Growing Rod as Temporary Internal Distraction Device in Staged Surgical Procedure for Management of Severe and Neglected Scoliosis in Adolescents. *J. Clin. Med.* 2023, *12*, 5352.
60. Grabala, P.; Danowska-Idziok, K.; Helenius, I.J. A Rare Complication of Thoracic Spine Surgery: Pediatric Horner's Syndrome after Posterior Vertebral Column Resection—A Case Report. *Children* 2023, *10*, 156. <https://doi.org/10.3390/children10010156>.
61. Grabala, P.; Fani, N.; Gregorczyk, J.; Grabala, M. Posterior-Only T11 Vertebral Column Resection for Pediatric Congenital Kyphosis Surgical Correction. *Medicina* 2024, *60*, 897. <https://doi.org/10.3390/medicina60060897>.
62. Grabala, P.; Galgano, M.A.; Grabala, M.; Buchowski, J.M. Radiological and Pulmonary Results of Surgical Treatment of Severe Idiopathic Scoliosis Using Preoperative Halo Gravity Traction Compared with Less Invasive Temporary Internal Distraction in Staged Surgery in Adolescents. *J. Clin. Med.* 2024, *13*, 2875. <https://doi.org/10.3390/jcm13102875>.
63. Grabala, P.; Helenius, I.; Buchowski, J.M.; Larson, A.N.; Shah, S.A. Back Pain and Outcomes of Pregnancy after Instrumented Spinal Fusion for Adolescent Idiopathic Scoliosis. *World Neurosurg.* 2019, *124*, e404–e410.
64. Grabala, P.; Helenius, I.; Shah, S.A.; Larson, A.N.; Buchowski, J.M.; Latalski, M.; Grabala, M.; Guszczyn, T. Impact of Pregnancy on Loss of Deformity Correction after Pedicle Screw Instrumentation for Adolescent Idiopathic Scoliosis. *World Neurosurg.* 2020, *139*, e121–e126.
65. Grabala, P.; Helenius, I.J. Clinical and Radiological Outcomes of Less Invasive Temporary Internal Distraction Followed by Staged Pedicle Screw Instrumentation in Adolescents with Severe Idiopathic Scoliosis at 2-Year Minimum Follow-Up. *World Neurosurg.* 2020, *143*, e464–e473.
66. Grabala, P.; Helenius, I.J.; Buchowski, J.M.; Shah, S.A. The Efficacy of a Posterior Approach to Surgical Correction for Neglected Idiopathic Scoliosis: A Comparative Analysis According to Health-Related Quality of Life, Pulmonary Function, Back Pain and Sexual Function. *Children* 2023, *10*, 299. <https://doi.org/10.3390/children10020299>.
67. Grabala, P.; Helenius, I.J.; Grabala, M.; Shah, S.A. Influences of Increasing Pedicle Screw Diameter on Widening Vertebral Pedicle Size during Surgery in Spinal Deformities in Children and Adolescents without Higher Risk of Pedicle and Vertebral Breaches. *J. Clin. Med.* 2023, *12*, 5368.
68. Grabala, P.; Helenius, I.J.; Kowalski, P.; Grabala, M.; Zacha, S.; Deszczynski, J.M.; Albrewczyński, T.; Galgano, M.A.; Buchowski, J.M.; Chamberlin, K.; et al. The Child's Age and the Size of the Curvature Do Not Affect the Accuracy of Screw Placement with the Free-Hand Technique in Spinal Deformities in Children and Adolescents. *J. Clin. Med.* 2023, *12*, 3954.
69. Grabala, P.; Kowalski, P.; Grabala, M. The Influence of Increased Pedicle Screw Diameter and Thicker Rods on Surgical Results in Adolescents Undergoing Posterior Spinal Fusion for Idiopathic Scoliosis. *J. Clin. Med.* 2024, *13*, 2174.
70. Grabala, P.; Kowalski, P.; Grabala, M. The Influence of Increased Pedicle Screw Diameter and Thicker Rods on Surgical Results in Adolescents Undergoing Posterior Spinal Fusion for Idiopathic Scoliosis. *J. Clin. Med.* 2024, *13*, 2174.
71. Grabala, P.; Kowalski, P.; Rudziński, M.J.; Polis, B.; Grabala, M. The Surgical Management of Severe Scoliosis in Immature Patient with a Very Rare Disease Costello Syndrome-Clinical Example and Brief Literature Review. *Life* 2024, *14*, 740. <https://doi.org/10.3390/life14060740>.

72. Hamzaoglu, A.; Karadereler, S.; Kahraman, S.; Akman, Y.E.; Mutlu, A.; Aslanturk, O.; Elsadig, M.; Sanli, T.; Enercan, M. Clinical, radiological and HRQoL outcomes after selective thoracic fusion with minimum 15-year follow-up. *Spine Deform.* 2021, 9, 1323–1331.
73. Hamzaoglu, A.; Ozturk, C.; Aydogan, M.; Tezer, M.; Aksu, N.; Bruno, M.B. Posterior only pedicle screw instrumentation with intraoperative halo-femoral traction in the surgical treatment of severe scoliosis (>100 degrees). *Spine* 2008, 33, 979–983.
74. Hannink, E.; Toye, F.; Newman, M.; Barker, K.L. The experience of living with adolescent idiopathic scoliosis: A qualitative evidence synthesis using meta-ethnography. *BMC Pediatr.* 2023, 23, 373. <https://doi.org/10.1186/s12887-023-04183-y>.
75. Harding, I.J.; Chopin, D.; Charosky, S.; Vialle, R.; Carrizo, D.; Delecourt, C. Long-term results of Schollner costoplasty in patients with idiopathic scoliosis. *Spine* 2005, 30, 1627–1631. <https://doi.org/10.1097/01.brs.0000170297.21775.d9>.
76. Harfouch, E.B.; Bunyan, R.F.; Al Faraidy, M.; Dajim, N.B.; Al Mulhim, F.A.; Alnemari, H.H.; Bashir, S. The Effect of Ponte Osteotomies on the Sagittal Shape of Rods and Spine Derotation in Adolescent Idiopathic Scoliosis: A Single-Center, Retrospective Cohort Study. *World Neurosurg. X* 2022, 15, 100125. <https://doi.org/10.1016/j.wnsx.2022.100125>.
77. Harfouch, E.B.; Bunyan, R.F.; Faraidy, M.A.; Alnemari, H.H.; Bashir, S. Ponte osteotomies increase risk of intraoperative neuromonitoring alerts in adolescent idiopathic scoliosis surgery. *Surg. Neurol. Int.* 2022, 13, 154. https://doi.org/10.25259/SNI_67_2022.
78. Helenius, I. Anterior surgery for adolescent idiopathic scoliosis. *J. Child. Orthop.* 2013, 7, 63–68. <https://doi.org/10.1007/s11832-012-0467-2>.
79. Helenius, L.; Diarbakerli, E.; Grauers, A.; Lastikka, M.; Oksanen, H.; Pajulo, O.; Löyttyniemi, E.; Manner, T.; Gerdhem, P.; Helenius, I. Back Pain and Quality of Life after Surgical Treatment for Adolescent Idiopathic Scoliosis at 5-Year Follow-up: Comparison with Healthy Controls and Patients with Untreated Idiopathic Scoliosis. *J. Bone Jt. Surg. Am.* 2019, 101, 1460–1466, Erratum in *J. Bone Jt. Surg. Am.* 2021, 103, e13.
80. Holewijn, R.M.; Schlösser, T.P.; Bisschop, A.; van der Veen, A.J.; Stadhouders, A.; van Royen, B.J.; Castelein, R.M.; de Kleuver, M. How Does Spinal Release and Ponte Osteotomy Improve Spinal Flexibility? The Law of Diminishing Returns. *Spine Deform.* 2015, 3, 489–495. <https://doi.org/10.1016/j.jspd.2015.03.006>.
81. Hollyer, I.; Johnson, T.R.; Kha, S.T.; Foreman, C.; Ho, V.; Klemm, C.; Chan, C.K.; Vorhies, J.S. Introduction of a Novel Sequential Approach to the Ponte Osteotomy to Minimize Spinal Canal Exposure. *Children* 2023, 10, 470. <https://doi.org/10.3390/children10030470>.
82. Horng, M.H.; Kuok, C.P.; Fu, M.J.; Lin, C.J.; Sun, Y.N. Cobb Angle Measurement of Spine from X-Ray Images Using Convolutional Neural Network. *Comput. Math. Methods Med.* 2019, 2019, 6357171. <https://doi.org/10.1155/2019/6357171>.
83. Hresko, M.T. Clinical practice. Idiopathic scoliosis in adolescents. *N. Engl. J. Med.* 2013, 368, 834–841.
84. Hu, H.M.; Hui, H.; Zhang, H.P.; Huang, D.G.; Liu, Z.K.; Zhao, Y.T.; He, S.M.; Zhang, X.F.; He, B.R.; Hao, D.J. The impact of posterior temporary internal distraction on stepwise corrective surgery for extremely severe and rigid scoliosis greater than 130°. *Eur. Spine J.* 2016, 25, 557–568. <https://doi.org/10.1007/s00586-015-4013-z>.
85. Huang, M.J.; Lenke, L.G. Scoliosis and severe pelvic obliquity in a patient with cerebral palsy: Surgical treatment utilizing halofemoral traction. *Spine* 2001, 26, 2168–2170.
86. Hwang, C.J.; Kim, D.G.; Lee, C.S.; Lee, D.H.; Cho, J.H.; Park, J.W.; Baik, J.M.; Lee, K.B. Preoperative Halo Traction for Severe Scoliosis. *Spine* 2020, 45, E1158–E1165. <https://doi.org/10.1097/BRS.0000000000003530>.
87. Hwang, S.W.; Samdani, A.F.; Stanton, P.; Marks, M.C.; Bastrom, T.; Newton, P.O.; Cahill, P.J. Impact of Pedicle Screw Fixation on Loss of Deformity Correction in Patients with Adolescent Idiopathic Scoliosis. *J. Pediatr. Orthop.* 2013, 33, 377–382.
88. Johnson, D.J.; Johnson, C.C.; Goobie, S.M.; Nami, N.; Wetzler, J.A.; Sponseller, P.D.; Frank, S.M. High-dose Versus Low-dose Tranexamic Acid to Reduce Transfusion Requirements in Pediatric Scoliosis Surgery. *J. Pediatr. Orthop.* 2017, 37, e552–e557. doi.org/10.1097/BPO.0000000000000820.
89. Kandwal, P.; Goswami, A.; Vijayaraghavan, G.; Subhash, K.R.; Jaryal, A.; Upendra, B.N.; Jayaswal, A. Staged Anterior Release and Posterior Instrumentation in Correction of Severe Rigid Scoliosis (Cobb Angle > 100 Degrees). *Spine Deform.* 2016, 4, 296–303. <https://doi.org/10.1016/j.jspd.2015.12.005>.
90. Kandwal, P.; Vijayaraghavan, G.P.; Nagaraja, U.B.; Jayaswal, A. Severe Rigid Scoliosis: Review of Management Strategies and Role of Spinal Osteotomies. *Asian Spine J.* 2017, 11, 494–503. <https://doi.org/10.4184/asj.2017.11.3.494>.
91. Kardash, K.; King, B.W.; Datta, S. Spinal anaesthesia for caesarean section after Harrington instrumentation. *Can. J. Anaesth.* 1993, 40, 667–669.

92. Kato, S.; Murray, J.C.; Ganau, M.; Tan, Y.; Oshima, Y.; Tanaka, S. Does Posterior Scoliosis Correction Improve Respiratory Function in Adolescent Idiopathic Scoliosis? A Systematic Review and Meta-analysis. *Global Spine J.* 2019, *9*, 866–873. <https://doi.org/10.1177/2192568218811312>.
93. Keeler, K.A.; Lenke, L.G.; Good, C.R.; Bridwell, K.H.; Sides, B.; Luhmann, S.J. Spinal fusion for spastic neuromuscular scoliosis: Is anterior releasing necessary when intraoperative halo-femoral traction is used? *Spine* 2010, *35*, E427–E433.
94. Kersten, I.; Lange, A.E.; Haas, J.P.; Fusch, C.; Lode, H.; Hoffmann, W. Chronic diseases in pregnant women: Prevalence and birth outcomes based on the SNiP-study. *BMC Pregnancy Childbirth* 2014, *14*, 75.
95. Kim, Y.J.; Lenke, L.G.; Kim, J.; Bridwell, K.H.; Cho, S.K.; Cheh, G.; Sides, B. Comparative analysis of pedicle screw versus hybrid instrumentation in posterior spinal fusion of adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 2006, *31*, 291–298.
96. Kino, K.; Fujiwara, K.; Fujishiro, T.; Nakaya, Y.; Hayama, S.; Yano, T.; Nakano, A.; Neo, M. Health-related quality of life, including marital and reproductive status, of middle-aged Japanese women with posterior spinal fusion using Cotrel-Dubousset instrumentation for adolescent idiopathic scoliosis: Longer than 22-year follow-up. *J. Orthop. Sci.* 2020, *25*, 820–824.
97. Klöckner, C.; Walter, G.; Matussek, J.; Weber, U. Ventrodorsal correction and instrumentation in idiopathic scoliosis. *Orthopade* 2000, *29*, 571–577. <https://doi.org/10.1007/s001320050495>.
98. Koller, H.; Mayer, M.; Koller, J.; Ferraris, L.; Wiedenhöfer, B.; Hitzl, W.; Hempfing, A. Temporary treatment with magnetically controlled growing rod for surgical correction of severe adolescent idiopathic thoracic scoliosis greater than 100°. *Eur. Spine J.* 2021, *30*, 788–796. <https://doi.org/10.1007/s00586-020-06709-9>.
99. Koller, H.; Zenner, J.; Gajic, V.; Meier, O.; Ferraris, L.; Hitzl, W. The impact of halo-gravity traction on curve rigidity and pulmonary function in the treatment of severe and rigid scoliosis and kyphoscoliosis: A clinical study and narrative review of the literature. *Eur. Spine J.* 2012, *21*, 514–529. <https://doi.org/10.1007/s00586-011-2046-5>.
100. Kulkarni, A.G.; Shah, S.P. Intraoperative skull-femoral (skeletal) traction in surgical correction of severe scoliosis (>80°) in adult neglected scoliosis. *Spine* 2013, *38*, 659–664. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e318277c874>.
101. Kumar, V.; Vatkar, A.J.; Baburaj, V.; Najjar, E.; Bansal, P. Pulmonary function after thoracoplasty for adolescent idiopathic scoliosis: A systematic review and meta-analysis. *Eur. Spine J.* 2022, *31*, 2972–2986. <https://doi.org/10.1007/s00586-022-07375-9>.
102. Kwong, J.W.; Tileston, K.R.; Kaur, J.; Segovia, N.A.; Imrie, M.N.; Rinsky, L.A.; Vorhies, J.S. Temporary Flexible Rods for Correction of Severe Pediatric Spinal Deformity. *Orthopedics* 2023, *46*, 234–241.
103. LaMont, L.E.; Jo, C.; Molinari, S.; Tran, D.; Caine, H.; Brown, K.; Wittenbrook, W.; Schochet, P.; Johnston, C.E.; Ramo, B. Radiographic, Pulmonary, and Clinical Outcomes with Halo Gravity Traction. *Spinal Deform.* 2019, *7*, 40–46.
104. Lang, C.; Wang, R.; Chen, Z.; He, S.; Zou, Q.; Wu, J.; Zhu, X. Incidence and Risk Factors of Cardiac Abnormalities in Patients with Idiopathic Scoliosis. *World Neurosurg.* 2019, *125*, e824–e828. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2019.01.177>.
105. Lange, J.E.; Steen, H.; Gunderson, R.; Brox, J.I. Long-term results after Boston brace treatment in late-onset juvenile and adolescent idiopathic scoliosis. *Scoliosis* 2011, *6*, 18.
106. Langlais, T.; Josse, A.; Violas, P.; French Society of Orthopaedic Paediatric (SOFOF). Frontal correction assessment in severe adolescent idiopathic scoliosis surgery using halo gravity traction before to posterior vertebral arthrodesis: A multicenter retrospective observational study. *Eur. Spine J.* 2024, *33*, 713–722.
107. Lao, L.; Weng, X.; Qiu, G.; Shen, J. The role of preoperative pulmonary function tests in the surgical treatment of extremely severe scoliosis. *J. Orthop. Surg. Res.* 2013, *8*, 32.
108. Lavelle, W.F.; Demers, E.; Fuchs, A.; Carl, A.L. Pregnancy after anterior spinal surgery: Fertility, cesarean-section rate, and the use of neuraxial anesthesia. *Spine J.* 2009, *9*, 271–274.
109. Lebel, D.E.; Sergienko, R.; Wiznitzer, A.; Velan, G.J.; Sheiner, E. Mode of delivery and other pregnancy outcomes of patients with documented scoliosis. *J. Matern. Fetal Neonatal Med.* 2012, *25*, 639–641.
110. Lee, A.C.H.; Feger, M.A.; Singla, A.; Abel, M.F. Effect of Surgical Approach on Pulmonary Function in Adolescent Idiopathic Scoliosis Patients: A Systemic Review and Meta-analysis. *Spine* 2016, *41*, E1343–E1355. <https://doi.org/10.1097/BRS.0000000000001619>.
111. Lee, Y.S.; Bundschu, R.H.; Moffat, E.C. Unintentional subdural block during labor epidural in a parturient with prior Harrington rod insertion for scoliosis. *Case report. Reg. Anesth.* 1995, *20*, 159–162.
112. Lenke, L.G. Lenke classification system of adolescent idiopathic scoliosis: Treatment recommendations. *Instr. Course Lect.* 2005, *54*, 537–542.
113. Lenke, L.G.; Newton, P.O.; Sucato, D.J.; Shufflebarger, H.L.; Emans, J.B.; Sponseller, P.D.; Shah, S.A.; Sides, B.A.; Blanke, K.M. Complications after 147 consecutive vertebral column resections for severe pediatric spinal deformity: A multicenter analysis. *Spine* 2013, *38*, 119–132.

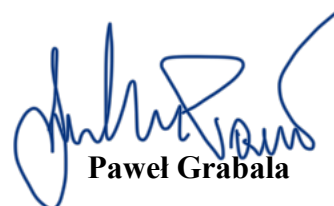
114. Lenke, L.G.; Sides, B.A.; Koester, L.A.; Hensley, M.; Blanke, K.M. Vertebral column resection for the treatment of severe spinal deformity. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 2010, 468, 687–699.
115. Librianto, D.; Saputra, R.; Djaja, Y.P.; Phedy, P.; Fachrisal; Saleh, I. Preoperative skull tongs-femoral traction versus cotrel longitudinal traction for rigid and severe scoliosis: Cohort study. *Ann. Med. Surg.* 2021, 63, 102177. <https://doi.org/10.1016/j.amsu.2021.02.023>.
116. Liu, D.; Yang, J.; Sui, W.; Deng, Y.; Li, F.; Yang, J.; Huang, Z. Efficacy of Halo-Gravity Traction in the Perioperative Treatment of Severe Scoliosis and Kyphosis: A Comparison of Adolescent and Adult Patients. *World Neurosurg.* 2022, 166, e70–e76.
117. Luo, C.; Deng, Z.; Li, J.; Li, Z.; Wang, L.; Ran, L.; Song, Y.; Huang, S.; Wang, L.; Ma, L. Health-related Quality of Life (HRQOL) Outcomes of Selective/Nonselective Thoracic Fusion for Lenke 1C Adolescent Idiopathic Scoliosis (AIS) Patients with a Minimum 4-year Follow-up. *Orthop. Surg.* 2024, 16, 429–436.
118. Mallepally, A.R.; Mahajan, R.; Rustagi, T.; Chhabra, H.S. Is VCR necessary to correct very severe deformity? case report and review of literature. *Int. J. Neurosci.* 2021, 131, 302–306. <https://doi.org/10.1080/00207454.2020.1737530>.
119. Maruyama, T.; Takeshita, K. Surgical treatment of scoliosis: A review of techniques currently applied. *Scoliosis* 2008, 3, 6. <https://doi.org/10.1186/1748-7161-3-6>.
120. McIntosh, A.L.; Ramo, B.S.; Johnston, C.E. Halo Gravity Traction for Severe Pediatric Spinal Deformity: A Clinical Concepts Review. *Spine Deform.* 2019, 7, 395–403. <https://doi.org/10.1016/j.jspd.2018.09.068>. P.
121. Mehlman, C.T.; Al-Sayyad, M.J.; Crawford, A.H. Effectiveness of spinal release and halo-femoral traction in the management of severe spinal deformity. *J. Pediatr. Orthop.* 2004, 24, 667–673. <https://doi.org/10.1097/00004694-200411000-00014>.
122. Mehrpour, S.; Sorbi, R.; Rezaei, R.; Mazda, K. Posterior-only surgery with preoperative skeletal traction for management of severe scoliosis. *Arch. Orthop. Trauma Surg.* 2017, 137, 457–463.
123. Mirzashahi, B.; Moosavi, M.; Rostami, M. Outcome of Posterior-Only Approach for Severe Rigid Scoliosis: A Retrospective Report. *Int. J. Spine Surg.* 2020, 14, 232–238.
124. Nasto, L.A.; Mousavi Nasab, S.H.; Sieczak, A.; Cattolico, A.; Ulisse, P.; Pola, E. Ponte osteotomies for treatment of spinal deformities: They are not all made equal. *Eur. Spine J.* 2024, 33, 2787–2793. <https://doi.org/10.1007/s00586-024-08334-2>.
125. Neal, K.M.; Siegall, E. Strategies for Surgical Management of Large, Stiff Spinal Deformities in Children. *J. Am. Acad. Orthop. Surg.* 2017, 25, e70–e78. <https://doi.org/10.5435/JAAOS-D-16-00282>.
126. Nemani, V.M.; Kim, H.J.; Bjerke-Kroll, B.T.; Yagi, M.; Sacramento-Dominguez, C.; Akoto, H.; Papadopoulos, E.C.; Sanchez-Perez-Grueso, F.; Pellise, F.; Nguyen, J.T.; et al. Preoperative halo-gravity traction for severe spinal deformities at an SRS-GOP site in West Africa: Protocols, complications, and results. *Spine* 2015, 40, 153–161.
127. O'Donnell, J.; Garcia, S.; Ali, S.; Asturias, A.; Swarup, I. Indications and Efficacy of Halo-Gravity Traction in Pediatric Spinal Deformity: A Critical Analysis Review. *JBJS Rev.* 2023, 11, e22.00204.
128. Ohashi, M.; Watanabe, K.; Hirano, T.; Hasegawa, K.; Katsumi, K.; Tashi, H.; Shibuya, Y.; Makino, T.; Kawashima, H. Marriage and childbirth of patients who were surgically and non-surgically treated for adolescent idiopathic scoliosis: A survey at the age of 30 years or older. *Spine Deform.* 2023, 11, 597–603.
129. Okutomi, T.; Saito, M.; Koura, M.; Hoka, S. Spinal anesthesia using a continuous spinal catheter for cesarean section in a parturient with prior surgical correction of scoliosis. *J. Anesth.* 2006, 20, 223–226.
130. Oliveira, J.A.A.; Paiva, A.C.; Afonso, P.P.C.C.; Almeida, P.C.; Visconti, R.D.R.; Meireles, R.D.S.P. The use of cranial halo traction versus temporary internal distraction in staged surgery for severe scoliosis: A comparative study. *Coluna/Columna* 2021, 20, 254–259.
131. Orvomaa, E.; Hiilesmaa, V.; Poussa, M.; Snellman, O.; Tallroth, K. Pregnancy and delivery in patients operated by the Harrington method for idiopathic scoliosis. *Eur. Spine J.* 2007, 6, 304–307.
132. Padua, R.; Padua, S.; Aulisa, L.; Ceccarelli, E.; Padua, L.; Romanini, E.; Zanolli, G.; Campi, A. Patient outcomes after Harrington instrumentation for idiopathic scoliosis: A 15- to 28-year evaluation. *Spine* 2001, 26, 1268–1273.
133. Pascoe, H.F.; Jennings, G.S.; Marx, G.F. Successful spinal anesthesia after inadequate epidural block in a parturient with prior surgical correction of scoliosis. *Reg. Anesth.* 1993, 18, 191–192.
134. Pérez-Grueso, F.S.; Cecchinato, R.; Berjano, P. Ponte osteotomies in thoracic deformities. *Eur. Spine J.* 2015, 24 (Suppl. 1), S38–S41. <https://doi.org/10.1007/s00586-014-3617-z>.
135. Piosik, Z.M.; Helbo-Hansen, S.; Sprehn, M. UL-vejledt anlæggelse af fødeepidural hos patient med torakolumbal skoliose [Ultrasound-guided performance of labour epidural analgesia in a patient with thoracolumbar scoliosis]. *Ugeskr. Laeger.* 2015, 177, 102–103.
136. Pizones, J.; Sánchez-Mariscal, F.; Zúñiga, L.; Izquierdo, E. Ponte osteotomies to treat major thoracic adolescent idiopathic scoliosis curves allow more effective corrective maneuvers. *Eur. Spine J.* 2015, 24, 1540–1546.

137. Ponte, A.; Orlando, G.; Siccardi, G.L. The True Ponte Osteotomy: By the One Who Developed It. *Spine Deform.* 2018, *6*, 2–11. <https://doi.org/10.1016/j.jspd.2017.06.006>.
138. Popescu, M.B.; Ulici, A.; Carp, M.; Haram, O.; Ionescu, N.S. The Use and Complications of Halo Gravity Traction in Children with Scoliosis. *Children* 2022, *9*, 1701.
139. Potaczek, T.; Jasiewicz, B.; Tesiorowski, M.; Zarzycki, D.; Szcześniak, A. Treatment of idiopathic scoliosis exceeding 100 degrees—Comparison of different surgical techniques. *Ortop. Traumatol. Rehabil.* 2009, *11*, 485–494.
140. Potter, B.K.; Kirk, K.L.; Shah, S.A.; Kuklo, T.R. Loss of coronal correction following instrumentation removal in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 2006, *31*, 67–72.
141. Qian, B.P.; Qiu, Y.; Wang, B. Brachial plexus palsy associated with halo traction before posterior correction in severe scoliosis. *Stud. Health Technol. Inform.* 2006, *123*, 538–542.
142. Qiu, Y.; Liu, Z.; Zhu, F.; Wang, B.; Yu, Y.; Zhu, Z.; Qian, B.; Ma, W. Comparison of effectiveness of halo-femoral traction after anterior spinal release in severe idiopathic and congenital scoliosis: A retrospective study. *J. Orthop. Surg. Res.* 2007, *2*, 23.
143. Quintero Santofimio, V.; Clement, A.; O'Regan, D.P.; Ware, J.S.; McGurk, K.A. Identification of an increased lifetime risk of major adverse cardiovascular events in UK Biobank participants with scoliosis. *Open Heart.* 2023, *10*, e002224. <https://doi.org/10.1136/openhrt-2022-002224>.
144. Ransford, A.O.; Manning, C.W.S.F. Complications of Halo-Pelvic Distraction for Scoliosis. *J. Bone Joint Surg. Br.* 1975, *57-B*, 131–137. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.57B2.131>.
145. Ren, C.; Liu, L.; Song, Y.; Zhou, C.; Liu, H.; Li, T. Comparison of anterior and posterior vertebral column resection versus anterior release with posterior internal distraction for severe and rigid scoliosis. *Eur. Spine J.* 2014, *23*, 1237–1243. <https://doi.org/10.1007/s00586-014-3270-6>.
146. Riley, M.S.; Lenke, L.G.; Chapman, T.M.; Sides, B.A.; Blanke, K.M.; Kelly, M.P. Clinical and Radiographic Outcomes After Posterior Vertebral Column Resection for Severe Spinal Deformity with Five-Year Follow-up. *J. Bone Jt. Surg.* 2018, *100*, 396–405.
147. Rinella, A.; Lenke, L.; Whitaker, C.; Kim, Y.; Park, S.S.; Peelle, M.; Edwards, C.; Bridwell, K. Perioperative halo-gravity traction in the treatment of severe scoliosis and kyphosis. *Spine* 2005, *30*, 475–482. <https://doi.org/10.1097/01.brs.0000153707.80497.a2>.
148. Rocos, B.; Reda, L.; Lebel, D.E.; Dodds, M.K.; Zeller, R. The Use of Halo Gravity Traction in Severe, Stiff Scoliosis. *J. Pediatr. Orthop.* 2021, *41*, 338–343. <https://doi.org/10.1097/BPO.0000000000001830>.
149. Saifi, C.; Laratta, J.L.; Petridis, P.; Shillingford, J.N.; Lehman, R.A.; Lenke, L.G. Vertebral Column Resection for Rigid Spinal Deformity. *Glob. Spine J.* 2017, *7*, 280–290. <https://doi.org/10.1177/2192568217699203>.
150. Samdani, A.F.; Hwang, S.W.; Miyanji, F.; Lonner, B.; Marks, M.C.; Sponseller, P.D.; Newton, P.O.; Cahill, P.J.; Shuffelbarger, H.L.; Betz, R.R.; et al. Direct vertebral body derotation, thoracoplasty, or both: Which is better with respect to inclinometer and scoliosis research society-22 scores? *Spine* 2012, *37*, E849–E853. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e31824a4911>.
151. Saraiva, B.M.; Araujo, G.S.; Sperandio, E.F.; Godfryd, A.O.; Dourado, V.Z.; Vidotto, M.C. Impact of Scoliosis Severity on Functional Capacity in Patients with Adolescent Idiopathic Scoliosis. *Pediatr. Exerc. Sci.* 2018, *30*, 243–250.
152. Shands, A.R., Jr.; Eisberg, H.B. The incidence of scoliosis in the state of Delaware; a study of 50,000 minifilms of the chest made during a survey for tuberculosis. *J. Bone Jt. Surg. Am.* 1955, *37*, 1243–1249.
153. Shaw, K.A.; Griffith, M.; Schmitz, M.L.; Brahma, B.; Fletcher, N.D.; Murphy, J.S. Application of a Halo Fixator for the Treatment of Pediatric Spinal Deformity. *JBJS Essent. Surg. Tech.* 2021, *11*, e20.00005. <https://doi.org/10.2106/JBJS.ST.20.00005>.
154. Shen, J.; Qiu, G.; Wang, Y.; Zhang, Z.; Zhao, Y. Comparison of 1-stage versus 2-stage anterior and posterior spinal fusion for severe and rigid idiopathic scoliosis—A randomized prospective study. *Spine* 2006, *31*, 2525–2528. <https://doi.org/10.1097/01.brs.0000240704.42264.c4>.
155. Sherman, B.; Madi, P.; Aminian, A. The effects of thoracoplasty on immediate post-operative recovery in adolescent idiopathic scoliosis. *Eur. Spine J.* 2021, *30*, 733–739. <https://doi.org/10.1007/s00586-020-06715-x>.
156. Shi, B.; Liu, D.; Shi, B.; Li, Y.; Xia, S.; Jiang, E.; Qiu, Y.; Zhu, Z. A Retrospective Study to Compare the Efficacy of Preoperative Halo-Gravity Traction and Postoperative Halo-Femoral Traction After Posterior Spinal Release in Corrective Surgery for Severe Kyphoscoliosis. *Med. Sci. Monit.* 2020, *26*, e919281.
157. Shimizu, T.; Lenke, L.G.; Cerpa, M.; Lehman, R.A., Jr.; Pongmanee, S.; Sielatycki, J.A. Preoperative halo-gravity traction for treatment of severe adult kyphosis and scoliosis. *Spine Deform.* 2020, *8*, 85–95.
158. Siegler, D.; Zorab, P.A. Pregnancy in thoracic scoliosis. *Br. J. Dis. Chest* 1981, *75*, 367–370.
159. Skaggs, D.L.; Lee, C.; Myung, K.S. Neuromonitoring Changes Are Common and Reversible With Temporary Internal Distraction for Severe Scoliosis. *Spine Deform.* 2014, *2*, 61–69. <https://doi.org/10.1016/j.jspd.2013.09.009>.

160. Smith, J.S.; Wang, V.Y.; Ames, C.P. Vertebral column resection for rigid spinal deformity. *Neurosurgery* 2008, *63* (Suppl. 3), 177–182. <https://doi.org/10.1227/01.NEU.0000320429.32113.85>.
161. Smith, P.S.; Wilson, R.C.; Robinson, A.P.C.; Lyons, G. Regional blockade for delivery in women with scoliosis or previous spinal surgery. *Int. J. Obstet. Anesth.* 2003, *12*, 17–22.
162. Sponseller, P.D.; Jain, A.; Lenke, L.G.; Shah, S.A.; Sucato, D.J.; Emans, J.B.; Newton, P.O. Vertebral column resection in children with neuromuscular spine deformity. *Spine* 2012, *37*, E655–E661. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e318244460d>.
163. Sponseller, P.D.; Takenaga, R.K.; Newton, P.; Boachie, O.; Flynn, J.; Letko, L.; Betz, R.; Bridwell, K.; Gupta, M.; Marks, M.; et al. The use of traction in the treatment of severe spinal deformity. *Spine* 2008, *33*, 2305–2309.
164. Stone, L.E.; Newton, P.O.; Catanzano, A.A., Jr.; Oba, H.; Lenke, L.G.; Boachie-Adjei, O.; Kelly, M.P.; Gupta, M.C.; Harms Study Group; Fox Study Group. Severe (>100 Degrees) Thoracic Adolescent Idiopathic Scoliosis—A Comparison of Surgical Approaches. *Global Spine J.* 2024, 21925682241264768. <https://doi.org/10.1177/21925682241264768>.
165. Stone, N.; Sardana, V.; Missiuna, P. Indications and Outcomes of Cell Saver in Adolescent Scoliosis Correction Surgery: A Systematic Review. *Spine* 2017, *42*, E363–E370. <https://doi.org/10.1097/BRS.0000000000001780>.
166. Sudunagunta, S.; Eckersall, S.J.; Gowrie-Mohan, S. Continuous caudal analgesia in labour for a patient with Harrington rods. *Int. J. Obstet. Anesth.* 1998, *7*, 128–130.
167. Suelto, M.D.; Shaw, D.B. Labor analgesia with paravertebral lumbar sympathetic block. *Reg. Anesth. Pain. Med.* 1999, *24*, 179–181.
168. Suk, S.I.; Chung, E.R.; Lee, S.M.; Lee, J.H.; Kim, S.S.; Kim, J.H. Posterior vertebral column resection in fixed lumbosacral deformity. *Spine* 2005, *30*, E703–E710. <https://doi.org/10.1097/01.brs.0000188190.90034.be>.
169. Suk, S.I.; Kim, J.H.; Cho, K.J.; Kim, S.S.; Lee, J.J.; Han, Y.T. Is anterior release necessary in severe scoliosis treated by posterior segmental pedicle screw fixation? *Eur. Spine J.* 2007, *16*, 1359–1365. <https://doi.org/10.1007/s00586-007-0334-x>.
170. Suk, S.I.; Kim, J.H.; Kim, S.S.; Lee, J.J.; Han, Y.T. Thoracoplasty in Thoracic Adolescent Idiopathic Scoliosis. *Spine* 2008, *33*, 1061–1067. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e31816f2888>.
171. Suk, S.I.; Lee, C.K.; Kim, W.J.; Chung, Y.J.; Park, Y.B. Segmental pedicle screw fixation in the treatment of thoracic idiopathic scoliosis. *Spine* 1995, *20*, 1399–1405.
172. Sun, Y.; Zhang, Y.; Ma, H.; Tan, M.; Zhang, Z. Halo-pelvic traction in the treatment of severe scoliosis: A meta-analysis. *Eur. Spine J.* 2023, *32*, 874–882. <https://doi.org/10.1007/s00586-023-07525-7>.
173. Swamy, L.; Larson, A.N.; Shah, S.A.; Grabala, P.; Milbrandt, T.; Yaszemski, M.J. Outcomes of pregnancy in operative vs. nonoperative adolescent idiopathic scoliosis patients at mean 30-year follow-up. *Spine Deform.* 2020, *8*, 1169–1174.
174. Takayama, K.; Nakamura, H.; Matsuda, H. Quality of life in patients treated surgically for scoliosis: Longer than 16-year follow-up. *Spine* 2009, *34*, 2179–2184.
175. Takeshita, K.; Lenke, L.G.; Bridwell, K.H.; Kim, Y.J.; Sides, B.; Hensley, M. Analysis of patients with nonambulatory neuromuscular scoliosis surgically treated to the pelvis with intraoperative halo-femoral traction. *Spine* 2006, *31*, 2381–2385.
176. Tan, K.; Liu, C.; Zhao, Z.; Wang, S.; Liang, Y.; Yu, B.; Xiong, F. Effectiveness of Halo-Pelvic Traction and Thoracoplasty for Pulmonary Artery Pressure and Cardiopulmonary Function in Patients with Severe Spinal Deformity. *Clin. Spine Surg.* 2023, *36*, E464–E470. <https://doi.org/10.1097/BSD.0000000000001496>.
177. Tan, R.; Ma, H.S.; Zou, D.W.; Wu, J.G.; Chen, Z.M.; Zhou, X.F.; Zhou, J.W. Surgical treatment of severe scoliosis and kyphoscoliosis by stages. *Chin. Med. J.* 2012, *125*, 81–86.
178. Teixeira da Silva, L.E.; de Barros, A.G.; de Azevedo, G.B. Management of severe and rigid idiopathic scoliosis. *Eur. J. Orthop. Surg. Traumatol.* 2015, *25*, S7–S12.
179. Theroux, J.; Le May, S.; Fortin, C.; Labelle, H. Prevalence and management of back pain in adolescent idiopathic scoliosis patients: A retrospective study. *Pain Res. Manag.* 2015, *20*, 153–157.
180. Thompson, J.P.; Transfeldt, E.E.; Bradford, D.S.; Ogilvie, J.W.; Boachie-Adjei, O. Decompensation after Cotrel-Dubousset instrumentation of idiopathic scoliosis. *Spine* 1990, *15*, 927–931.
181. Toledo, L.C.; Toledo, C.H.; MacEwen, G.D. Halo traction with the Circoelectric bed in the treatment of severe spinal deformities: A preliminary report. *J. Pediatr. Orthop.* 1982, *2*, 554–559. <https://doi.org/10.1097/01241398-198212000-00016>.
182. Turczynowicz, A.; Jakubów, P.; Niedźwiecka, K.; Kondracka, J.; Pużyńska, W.; Tałałaj, M.; Guszczyn, T.; Grabala, P.; Kowalczyk, O.; Kocańda, S. Mu-Opioid Receptor 1 and C-Reactive Protein Single Nucleotide Polymorphisms as Biomarkers of Pain Intensity and Opioid Consumption. *Brain Sci.* 2023, *13*, 1629. <https://doi.org/10.3390/brainsci13121629>.

183. Turner, H.; McManus, R.; Kiely, P. What Are the Effects of Posterior Corrective Surgery, With or Without Thoracoplasty, on Pulmonary Function in Adolescent Idiopathic Scoliosis? A Systematic Review and Meta analysis. *Glob. Spine J.* 2023, *13*, 910–924. <https://doi.org/10.1177/21925682221133750>.
184. Upasani, V.V.; Caltoun, C.; Petcharaporn, M.; Bastrom, T.P.; Pawelek, J.B.; Betz, R.R.; Clements, D.H.; Lenke, L.G.; Lowe, T.G.; Newton, P.O. Adolescent Idiopathic Scoliosis Patients Report Increased Pain at Five Years Compared with Two Years after Surgical Treatment. *Spine* 2008, *33*, 1107–1112.
185. Van Halm-Lutterodt, N.I.; Al-Saidi, N.N.; Mandalia, K.; Mesregah, M.K.; Ghane, K.M.; Storlie, N.R.; Huang, W.H.; Chen, W.C.; Bartels-Mensah, M.; Chen, X.Y.; et al. International Spinal Deformity Review Study Group (ISDRSG). Comparison of Overall Complication Rates in VCR-Based vs Non-VCR-Based Corrective Techniques in Severe Rigid Kyphoscoliosis Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Global Spine J.* 2023, *13*, 1646–1657. <https://doi.org/10.1177/21925682221146502>.
186. Van Halm-Lutterodt, N.I.; Pan, A.; Al-Saidi, N.N.; Ye, Z.; Zhang, Y.; Zhou, L.; Yang, J.; Liu, T.; Liu, Y.; Kim, S.S.; et al. Postoperative complications following Schwab-grade-I versus Schwab-grade-II PCO in treating severe rigid kyphoscoliosis patients: Comparative matched-group outcomes with minimum 2-year follow-up. *Spine J.* 2023, *23*, 1908–1919. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2023.08.006>.
187. Villeveille, T.; Mercier, F.J.; Benhamou, D. Is obstetric epidural anaesthesia technically possible after spinal surgery and does it work? *Ann. Fr. D'anesthésie Réanim.* 2003, *22*, 91–95.
188. Wahlquist, S.; Nelson, S.; Glivar, P. Effect of the Ultrasonic Bone Scalpel on Blood Loss During Pediatric Spinal Deformity Correction Surgery. *Spine Deform.* 2019, *7*, 582–587. <https://doi.org/10.1016/j.jspd.2018.10.002>.
189. Wang, J.; Han, B.; Hai, Y.; Su, Q.; Chen, Y. How helpful is the halo-gravity traction in severe spinal deformity patients?: A systematic review and meta-analysis. *Eur. Spine J.* 2021, *30*, 3162–3171.
190. Wang, L.; Wang, Y.P.; Yu, B.; Zhang, J.G.; Shen, J.X.; Qiu, G.X.; Li, Y. Relation between self-image score of SRS-22 with deformity measures in female adolescent idiopathic scoliosis patients. *Orthop. Traumatol. Surg. Res. OTSR* 2014, *100*, 797–801. <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2014.06.014>.
191. Wang, M.; Zheng, X.F.; Jiang, L.S. Efficacy and Safety of Antifibrinolytic Agents in Reducing Perioperative Blood Loss and Transfusion Requirements in Scoliosis Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis. *PLoS ONE* 2015, *10*, e0137886. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0137886>.
192. Watanabe, K.; Lenke, L.G.; Bridwell, K.H.; Kim, Y.J.; Hensley, M.; Koester, L. Efficacy of perioperative halo-gravity traction for treatment of severe scoliosis ($\geq 100^\circ$). *J. Orthop. Sci. Off. J. Jpn. Orthop. Assoc.* 2010, *15*, 720–730. <https://doi.org/10.1007/s00776-010-1523-8>.
193. Weinstein, S.L.; Dolan, L.A.; Cheng, J.C.; Danielsson, A.; Morcuende, J.A. Adolescent idiopathic scoliosis. *Lancet* 2008, *371*, 1527–1537.
194. Weinstein, S.L.; Zavala, D.C.; Ponseti, I.V. Idiopathic scoliosis: Long-term follow-up and prognosis in untreated patients. *J. Bone Jt. Surg. Am.* 1981, *63*, 702–712.
195. Weiss, H.R.; Karavidas, N.; Moramarco, M.; Moramarco, K. Long-Term Effects of Untreated Adolescent Idiopathic Scoliosis: A Review of the Literature. *Asian Spine J.* 2016, *10*, 1163–1169. <https://doi.org/10.4184/asj.2016.10.6.1163>.
196. Wilkins, C.; MacEwen, G.D. Cranial nerve injury from halo traction. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 1977, *126*, 106–110.
197. Wilson, S.H.; Wolf, B.J.; Bingham, K.; Scotland, Q.S.; Fox, J.M.; Woltz, E.M.; Hebbbar, L. Labor Analgesia Onset With Dural Puncture Epidural Versus Traditional Epidural Using a 26-Gauge Whitacre Needle and 0.125% Bupivacaine Bolus: A Randomized Clinical Trial. *Anesth Analg.* 2018, *126*, 545–551.
198. Yamada, H.; Transfeldt, E.E.; Ogilvie, J.W. The Crankshaft Phenomenon in Adolescent Idiopathic Scoliosis—Factor Fiction. In Proceedings of the Scoliosis Research Society Annual Meeting, Dublin, Ireland, 19–23 September 1993.
199. Yang, J.H.; Bhandarkar, A.W.; Modi, H.N.; Park, S.Y.; Cha, J.M.; Hong, J.Y.; Suh, S.W. Short apical rib resections thoracoplasty compared to conventional thoracoplasty in adolescent idiopathic scoliosis surgery. *Eur. Spine J.* 2014, *23*, 2680–2688. <https://doi.org/10.1007/s00586-014-3299-6>.
200. Yang, Z.; Liu, Y.; Qi, L.; Wu, S.; Li, J.; Wang, Y.; Jiang, B. Does Preoperative Halo-Gravity Traction Reduce the Degree of Deformity and Improve Pulmonary Function in Severe Scoliosis Patients With Pulmonary Insufficiency? A Systematic Review and Meta-Analysis. *Front. Med.* 2021, *8*, 767238. <https://doi.org/10.3389/fmed.2021.767238>.
201. Yilgor, C.; Kindan, P.; Yucekul, A.; Zulemyan, T.; Alanay, A. Osteotomies for the Treatment of Adult Spinal Deformities: A Critical Analysis Review. *JBJS Rev.* 2022, *10*, e21.
202. Young, G.; Jewell, D. Interventions for preventing and treating backache in pregnancy. *Cochrane Database Syst. Rev.* 2002, CD001139.
203. Yu, X.; Xiao, H.; Wang, R.; Huang, Y. Prediction of massive blood loss in scoliosis surgery from preoperative variables. *Spine* 2013, *38*, 350–355. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e31826c63cb>.

204. Yuan, Q.M.; Zhao, Z.H.; Xu, B.S. Efficacy and safety of tranexamic acid in reducing blood loss in scoliosis surgery: A systematic review and meta-analysis. *Eur. Spine J.* 2017, *26*, 131–139. <https://doi.org/10.1007/s00586-016-4899-0>.
205. Zhang, J.; He, D.; Gao, J.; Yu, X.; Sun, H.; Chen, Z.; Li, M. Changes in life satisfaction and self-esteem in patients with adolescent idiopathic scoliosis with and without surgical intervention. *Spine* 2011, *36*, 741–745. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e3181e0f034>.
206. Zhang, Y.; Hai, Y.; Tao, L.; Yang, J.; Zhou, L.; Yin, P.; Pan, A.; Zhang, Y.; Liu, C. Posterior Multiple-Level Asymmetrical Ponte Osteotomies for Rigid Adult Idiopathic Scoliosis. *World Neurosurg.* 2019, *127*, e467–e473.
207. Zhang, Y.; Tao, L.; Hai, Y.; Yang, J.; Zhou, L.; Yin, P.; Pan, A.; Liu, C. One-Stage Posterior Multiple-Level Asymmetrical Ponte Osteotomies Versus Single-Level Posterior Vertebral Column Resection for Severe and Rigid Adult Idiopathic Scoliosis: A Minimum 2-Year Follow-up Comparative Study. *Spine* 2019, *44*, E1196–E1205. <https://doi.org/10.1097/BRS.00000000000003101>.
208. Zhang, Z.; Wang, L.N.; Yang, X.; Liu, L.M.; Xiu, P.; Zhou, Z.J.; Wang, L.; Song, Y.M. The effect of multiple-dose oral versus intravenous tranexamic acid in reducing postoperative blood loss and transfusion rate after adolescent scoliosis surgery: A randomized controlled trial. *Spine J.* 2021, *21*, 312–320. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2020.10.011>.
209. Zhou, C.; Liu, L.; Song, Y.; Feng, G.; Yang, X.; Wang, L. Comparison of anterior and posterior vertebral column resection versus anterior and posterior spinal fusion for severe and rigid scoliosis. *Spine J.* 2018, *18*, 948–953.
210. Zhou, C.; Liu, L.; Song, Y.; Liu, H.; Li, T.; Gong, Q.; Zeng, J.; Kong, Q. Anterior and posterior vertebral column resection for severe and rigid idiopathic scoliosis. *Eur. Spine J.* 2011, *20*, 1728–1734. <https://doi.org/10.1007/s00586-011-1861-z>.
211. Zhou, C.; Liu, L.; Song, Y.; Liu, H.; Zeng, J.; Yang, X. Anterior release, posterior internal distraction and subsequent posterior spinal fusion for the treatment of severe kyphoscoliosis. *Eur. Spine J.* 2015, *24*, 1560–1567.
212. Zhou, J.; Wang, R.; Huo, X.; Xiong, W.; Kang, L.; Xue, Y. Incidence of Surgical Site Infection After Spine Surgery: A Systematic Review and Meta-analysis. *Spine* 2020, *45*, 208–216.
213. Zhu, Z.Z.; Qiu, Y.; Wang, B.; Yu, Y.; Qian, B.P.; Zhu, F. Thoracic complications of convex thoracoplasty in patients with thoracic scoliosis. *Zhongguo Gu Shang China J. Orthop. Traumatol.* 2008, *21*, 249–251.



Paweł Grabala