

lek. Paweł Wawrzaszek

**Zastosowanie śródszpikowej stabilizacji operacyjnej  
w leczeniu złamań obojczyka u dzieci**

The use of intramedullary operative stabilization  
in the treatment of clavicular fractures in children

**Rozprawa na stopień naukowy doktora nauk medycznych  
w dyscyplinie medycyna**

Promotor: dr hab. n. med. Michał Błaszczycński

Katedra i Klinika Chirurgii, Traumatologii i Urologii Dziecięcej

Uniwersytetu Medycznego im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu



Wydział Lekarski I

Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu

Poznań, 2018

**Słowa kluczowe:**

złamanie obojczyka, dziecko, zespolenie wewnątrzszpikowe, jakość życia, rekomendacje

**Keywords:**

clavicle fracture, children, intramedullary fixation, quality of life, recommendation

**Panu dr hab. Michałowi Błaszczyńskiemu  
składam szczególne podziękowania za cenne uwagi i pomoc**

## Spis treści

<b>SPIS RYCIN I TABEL</b> .....	<b>5</b>
<b>WYKAZ STOSOWANYCH SKRÓTÓW</b> .....	<b>7</b>
<b>I WSTĘP</b> .....	<b>9</b>
1. HISTORIA .....	<b>10</b>
2. EMBRIOLOGIA, ANATOMIA I FUNKCJE OBOJCZYKA.....	<b>12</b>
3. FIZJOLOGIA ROZWOJU OBOJCZYKA .....	<b>16</b>
<b>II ZŁAMANIA OBOJCZYKA</b> .....	<b>17</b>
1. DEFINICJA I EPIDEMIOLOGIA .....	<b>17</b>
2. KLASYFIKACJA ZŁAMAŃ OBOJCZYKA .....	<b>18</b>
3. DIAGNOSTYKA.....	<b>24</b>
4. PATOMECHANIZM ORAZ FIZJOLOGIA GOJENIA ZŁAMAŃ U DZIECI .....	<b>28</b>
5. URAZY TOWARZYSZĄCE .....	<b>29</b>
<b>III LECZENIE ZŁAMAŃ OBOJCZYKA</b> .....	<b>30</b>
1. METODY ZACHOWAWCZE .....	<b>30</b>
2. METODY OPERACYJNE.....	<b>32</b>
2.1. Zespolecia wewnątrzszpikowe.....	<b>33</b>
2.2. Zespolecia nakostne .....	<b>34</b>
<b>IV CEL PRACY</b> .....	<b>36</b>
<b>V MATERIAŁ I METODA</b> .....	<b>37</b>
1. CHARAKTERYSTYKA GRUPY BADANEJ .....	<b>37</b>
2. TECHNIKA ZESPOLENIA – OPIS METODY .....	<b>43</b>
3. METODY OCENY LECZENIA .....	<b>50</b>
3.1. Metody oceny zdjęć radiologicznych obojczyka w projekcji przednio-tylnej.....	<b>52</b>
3.1.1. Obrazy radiologiczne po urazie obojczyka .....	<b>52</b>
3.1.2. Obrazy radiologiczne po wprowadzeniu zespolenia śródszpikowego .....	<b>54</b>
3.1.3. Obrazy radiologiczne po wygojeniu złamania .....	<b>56</b>
3.2. Ocena jakości życia według kwestionariusza RAND-36 .....	<b>57</b>
3.3. Ocena funkcji barku na podstawie punktacji UCLA .....	<b>60</b>
4. ANALIZA STATYSTYCZNA .....	<b>63</b>
<b>VI WYNIKI</b> .....	<b>64</b>
1. WYNIKI GRUPY BADANEJ .....	<b>64</b>
1.1. Czas hospitalizacji.....	<b>66</b>
1.2. Czas podawania osłony antybiotykowej.....	<b>66</b>
1.3. Czas do usunięcia zespolenia.....	<b>67</b>
1.4. Dane dotyczące występowania zdefiniowanego błędu zespolenia operacyjnej na podstawie badań radiologicznych .....	<b>67</b>
1.5. Powikłania leczenia.....	<b>68</b>
2. ANALIZA SZCZEGÓŁOWA WYBRANEJ GRUPY PACJENTÓW Z OKREŚLENIEM NIEZALEŻNYCH CZYNNIKÓW PREDYLEKCYJNYCH DLA RYZYKA POWIKŁAŃ Z WYKORZYSTANIEM MODELU REGRESJI LOGISTYCZNEJ .....	<b>70</b>
2.1. Ocena wpływu błędu zespolenia na częstość występowania powikłań leczenia.....	<b>71</b>
2.2. Ocena wpływu wieku pacjenta na możliwość występowania powikłań leczenia .....	<b>75</b>

2.3. Ocena wpływu typu złamania obojczyka na możliwość wystąpienia powikłań leczenia .....	76
<b>3. OCENA WYNIKÓW LECZENIA W WYBRANEJ GRUPIE PACJENTÓW WEDŁUG WYSTANDARYZOWANEJ SKALI RAND-36 ORAZ KWESTIONARIUSZA OCENY WYDOLNOŚCI STAWU BARKOWEGO NA PODSTAWIE PUNKTACJI UCLA .....</b>	<b>77</b>
3.1. Ocena jakości życia pacjentów leczonych operacyjnie w standaryzowanej międzynarodowej skali jakości życia RAND-36 .....	77
3.2. Ocena wyników leczenia złamań obojczyka w oparciu o system punktacji UCLA .....	80
<b>VII OMÓWIENIE I Dyskusja – Przegląd piśmiennictwa.....</b>	<b>80</b>
1. ANALIZA KRYTERIÓW KWALIFIKUJĄCYCH DO LECZENIA OPERACYJNEGO .....	86
2. OCENA WYNIKÓW LECZENIA .....	87
2.1. Ogólna ocena wyników leczenia oraz ocena wyników stabilizacji złamania w zależności od zastosowanej metody .....	88
2.2. Analiza szczegółowa wybranej grupy pacjentów z określeniem niezależnych czynników predylekcyjnych dla ryzyka powikłań .....	92
3. OCENA JAKOŚCI ŻYCIA PACJENTÓW ORAZ FUNKCJI BARKU.....	93
<b>VIII WNIOSKI I REKOMENDACJE .....</b>	<b>95</b>
<b>IX STRESZCZENIE .....</b>	<b>97</b>
<b>X SUMMARY .....</b>	<b>101</b>
<b>XI PIŚMIENNICTWO .....</b>	<b>105</b>

## Spis rycin i tabel

### 1. Spis rycin

Rycina 1. Typy złamań na przykładzie obojczyka: złamanie nieprzemieszczone (a), złamanie przemieszczone (b) .....	17
Rycina 2. Podział złamań obojczyka wg Allmana.....	19
Rycina 3. Przykłady złamań obojczyka zgodnie z podziałem wg Allmana: złamanie 1/3 bliższej (a), 1/3 środkowej (b), 1/3 dalszej obojczyka (c) .....	20
Rycina 4. Anatomiczne uwarunkowania częstości złamań obojczyka.....	21
Rycina 5. Klasyfikacja złamań obojczyka wg Robinsona (na podstawie Robinson et al. 1998) <sup>60</sup> .....	23
Rycina 6. Przykład złamania lewego obojczyka u małego dziecka .....	24
Rycina 7. Przykładowy obraz zdjęcia RTG obojczyka w projekcji AP z typowym przemieszczeniem odłamów	25
Rycina 8. Ustawienie pacjenta podczas wykonywania zdjęcia w projekcji wg Zanca <sup>63</sup> .....	26
Rycina 9. Wykorzystanie KT w diagnostyce zwicnięcia końca mostkowego prawego obojczyka z przemieszczeniem do śródpiersia .....	27
Rycina 10. Opatrunek typu Desaulta (a), opatrunek ósemkowy odwodzący barki ku tyłowi (b) .....	31
Rycina 11. Przykład postępowania zachowawczego w leczeniu złamania obojczyka: chłopiec lat 9, złamanie obojczyka lewego leczone zachowawczo, kontrolowane przez okres 6 miesięcy (a), chłopiec lat 11, złamanie obojczyka prawego leczone zachowawczo, kontrolowane przez okres 5 miesięcy(b) .....	32
Rycina 12. Schemat repozycji wg Sokołowskiego.....	33
Rycina 13. Schemat repozycji złamania obojczyka z zastosowaniem gwoźdźca częściowo gwintowanego .....	34
Rycina 14. Przykład zespolenia złamania 1/3 dalszej obojczyka za pomocą płytki nakostnej .....	35
Rycina 15. Algorytm postępowania kwalifikacyjnego w wyborze metody postępowania w złamaniach obojczyka .....	38
Rycina 16. Liczba wykonywanych operacji złamań obojczyka w latach 2002-2012.....	39
Rycina 17. Liczba pacjentów w poszczególnych grupach wiekowych .....	39
Rycina 18. Przyczyny złamania obojczyka z podziałem uwzględniającym okoliczności urazu .....	40
Rycina 19. Szczegółowy wykaz przyczyn złamania obojczyka w ujęciu ilościowym.....	40
Rycina 20. Charakterystyczny guz w okolicy obojczyka wynikający z przemieszczenia odłamu bliższego .....	41
Rycina 21. RTG obojczyka wykazujące przemieszczenie odłamów wraz z opisem skalibrowanego pomiaru ..	42
Rycina 22. Staw rzekomy obojczyka lewego – stan po leczeniu zachowawczym przez 6 miesięcy (wiek pacjenta 16 lat).....	43
Rycina 23. Przykładowy zestaw narzędzi przygotowany do zespolenia śródszpikowego obojczyka.....	44
Rycina 24. Schemat linii planowanego cięcia w zależności od umiejscowienia przełomu złamania .....	45
Rycina 25. Cięcie skórne w okolicy wyczuwalnego przełomu złamania w oparciu o radiogram .....	45
Rycina 26. Lokalizacja odłamów po przecięciu powięzi mięśniowych i opróżnieniu krwiaka.....	45
Rycina 27. Nawiercanie otworu dla wprowadzenia drutu śródszpikowego w odłamie bliższym .....	46

Rycina 28. Nawiercanie trokarem otworu w odłamie bliższym dla wprowadzenia zespolenia śródszpikowego .....	46
Rycina 29. Uwidocznienie i nawiercanie odłamu dalszego .....	47
Rycina 30. Repozycja i stabilizacja odłamów z uzyskaniem maksymalnej kompresji .....	47
Rycina 31. Zamknięcie rany po zespoleniu i weryfikacja ustawienia odłamów .....	48
Rycina 32. Przykładowe radiogramy ustawienia odłamów przed repozycją (a) i po stabilizacji wewnątrzszpikowej (b).....	49
Rycina 33. Określenie przemieszczenia odłamów kostnych obojczyka (typ 2B1): sposobem manualnym (a) z wykorzystaniem pomiaru skalibrowanego (b) .....	53
Rycina 34. Określanie zakresu przemieszczenia odłamów obojczyka oraz odłamu pośredniego (typ 2B2).....	54
Rycina 35. Ocena zespolenia: zespolenie prawidłowe pod względem grubości, długości i położenia w jamie szpikowej obojczyka (a), zbyt mała średnica drutu zespalającego (b) .....	55
Rycina 36. Ocena prawidłowości zespolenia - nieprawidłowe położenie drutu w odniesieniu do zespalanych odłamów.....	55
Rycina 37. Ocena kompresji odłamów: kompresja prawidłowa (a), niepełna kompresja (b).....	56
Rycina 38. Ocena gojenia złamania obojczyka: prawidłowo zagojone (a) oraz braku zrostu (b).....	57
Rycina 39. Zniekształcenie obojczyka spowodowane zwiększonym kostnieniem .....	57
Rycina 40. Zniekształcenie lub pęknięcie materiału zespalającego.....	57
Rycina 41. Kwestionariusz RAND-36 - strona 1 .....	58
Rycina 42. Kwestionariusz RAND-36 - strona 2 .....	59
Rycina 43. Ocena zakresu aktywnego zgięcia w obrębie barku .....	62
Rycina 44. Formularz zliczający wyniki oceny funkcji barku w punktacji UCLA.....	63
Rycina 45. Brak zrostu: chłopiec lat 14 obraz po zabiegu i zdjęcie kontrolne po 3 miesiącach .....	68
Rycina 46. Wygięcie zespolenia: chłopiec lat 12, obraz po zabiegu i zdjęcie kontrolne po 3,5 miesiącach .....	69
Rycina 47. Pęknięcie zespolenia: dziewczynka lat 14 obraz po zabiegu i zdjęcie kontrolne po 3 miesiącach ..	69
Rycina 48. Stwierdzone powikłania w ujęciu liczbowym i procentowym .....	71
Rycina 49. Brak zrostu po leczeniu ESIN oraz stan po powtórny zaopatrzeniu za pomocą zespolenie śródszpikowego u dziecka 12 letniego .....	75

## 2. Spis tabel

Tabela 1. Podział wg Craiga .....	20
Tabela 2. Klasyfikacja wg Rockwooda .....	22
Tabela 3. Charakterystyka urazów towarzyszących złamaniom obojczyka.....	41
Tabela 4. Ocena funkcji barku wg punktacji UCLA .....	61
Tabela 5. Podział kliniczny złamań obojczyka w ujęciu liczbowym i procentowym.....	64
Tabela 6. Podział grupy badanej z uwzględnieniem wariantu metody operacyjnej .....	65
Tabela 7. Wiek, płeć, strona oraz typ złamania wg Robinsona .....	65
Tabela 8. Czas hospitalizacji w grupach A i B (w dniach).....	66
Tabela 9. Okres stosowania antybiotykoterapii w grupach A i B (w dniach) .....	66
Tabela 10. Okres utrzymania zespolenia w grupach A i B (w tygodniach) .....	67
Tabela 11. Liczba stwierdzonych błędów w zespoleniu operacyjnym na podstawie badań radiologicznych – analiza ogólna.....	67

Tabela 12. Liczba stwierdzonych błędów w zespoleniu operacyjnym na podstawie badań radiologicznych – analiza szczegółowa.....	68
Tabela 13. Liczba pacjentów, u których stwierdzono powikłanie – analiza ogólna .....	69
Tabela 14. Liczba stwierdzonych powikłań – analiza szczegółowa .....	70
Tabela 15. Charakterystyka grupy poddanej analizie dla potrzeb określenia czynników predylekcyjnych powikłań leczenia .....	70
Tabela 16: Analiza wpływu błędu zespolenia na powikłania.....	72
Tabela 17. Analiza wpływu błędu w zastosowanej metodzie leczenia na powikłania .....	74
Tabela 18. Częstość występowania powikłań w leczeniu operacyjnym złamań obojczyka po wykluczeniu zdefiniowanego błędu zespolenia .....	75
Tabela 19. Analiza wpływu wieku pacjenta na powikłania leczenia .....	76
Tabela 20. Analiza wpływu typu złamania obojczyka na powikłania leczenia .....	76
Tabela 21. Wyniki skali RAND-36 wraz z podziałem na sferę życia fizycznego i psychicznego .....	78
Tabela 22. Wyniki skali RAND-36 wraz z podziałem poszczególne wskaźniki .....	78
Tabela 23. Porównanie wyników skali RAND-36 grupy badanej i wybranej grupy zdrowych nastolatków.....	79

## Wykaz stosowanych skrótów

AP –	przednio-tylna projekcja zdjęcia radiologicznego
APTT –	czas kaolinowo-kefalinowy
BDGF –	(bone derived growth factor) kostnopochodny czynnik wzrostu
BP –	(Bodily Pain) dolegliwości bólowe
CSA –	(chondrogenic stimulating activity protein) białko aktywujące chondrocyty
DCP –	(dynamic compression plate) płytki do kompresji dynamicznej
ESIN –	(Elastic Stable Intramedullary Nailing) elastyczno-stabilne zespolenie wewnątrzszpikowe
FDA –	(American Food and Drug Administration) – Amerykańska Agencja do spraw podawania żywności i leków
GH –	(General Health) ogólne poczucie zdrowia
HRQL –	(helth-related quality of life) jakość życia związana ze zdrowiem
KT –	tomografia komputerowa
LC-DCP –	(limited-contact dynamic compression plate) płytki do kompresji dynamicznej z ograniczonym kontaktem

MH –	(Mental Health) poczucie zdrowia psychicznego
n –	liczba pacjentów
OR –	odds ratio, iloraz szans
OTA -	(Orthopaedic Trauma Association)
p –	istotność asymptotyczna
PAA -	(periosteal activation agent) czynnik aktywujący okostną
PDGF -	(plateled derived growth factor) płytkowopochodny czynnik wzrostu
PF –	(Phisical Functioning) sprawność fizyczna
p.n.e. –	przed naszą erą
projekcja AP –	zdjęcie rtg w projekcji przednio-tylnej
RAND-36 –	standaryzowana międzynarodowa skala jakości życia RAND-36
RE –	(Role – Emotional) ograniczenia w pełnieniu ról wynikających z problemów emocjonalnych
RP –	(Role-Phisical) ograniczenia czynności osobistych wynikające ze zdrowia fizycznego
r.ż. –	rok życia
t.ż.p. –	tygodnie życia płodowego
SD –	odchylenie standardowe
SF –	(Social Functioning) funkcjonowanie społeczne
SGF –	(skeletal growth factor) szkieletowy czynnik wzrostu
Szpital –	Zespół Opieki Zdrowotnej nad Matką i Dzieckiem im Św. Józefa w Poznaniu ul. Krysiewicza 7/8
UCLA –	system punktacji UCLA (University of California Los Angeles)
VT –	(Vitality) witalność
wg –	według



## I Wstęp

*„Jesteśmy dumni, że nasz mózg jest lepiej rozwinięty niż u zwierząt. Możemy się także pochwalić swoimi obojczykami. Wydaje mi się, że obojczyk jest jednym największych osiągnięć w rozwoju szkieletu człowieka, w większym stopniu niż innym zwierzętom, z wyłączeniem małp, umożliwia nam wykorzystanie rąk i ramion.”*

Ernest Amory Codman, 1934

Obojczyk jako kość łącząca kończynę górną ze szkieletem osiowym pełni bardzo wiele funkcji motorycznych i ochronnych. Równocześnie jest dość często narażony na urazy skutkujące złamaniem. Główne mechanizmy tych urazów to upadki na kończynę górną lub urazy bezpośrednie. Złamania obojczyka należą do jednych z najczęstszych typów złamań kości u dzieci, ale nawet w przypadku przemieszczenia odłamów rzadko wymagają zaopatrzenia operacyjnego.

W ostatnich latach, szczególnie u dorosłych pacjentów, obserwuje się tendencję do zmiany strategii zaopatrywania złamań obojczyka. Zmieniające się podejście do stanu zdrowia, większa ilość prawidłowo zaprojektowanych badań porównujących metody zachowawcze i inwazyjne oraz odmienna metodologia oceny wyników doprowadziły do weryfikacji dotychczasowych zaleceń. Najnowsze dane wskazują na większy odsetek powikłań leczenia zachowawczego złamań obojczyka w porównaniu z wcześniejszymi publikacjami.<sup>1</sup> Ponadto wyniki badań randomizowanych porównujących leczenie nieinwazyjne z operacyjną stabilizacją wskazują na lepsze rezultaty odległe w przypadku ostatniej metody.<sup>2</sup>

Dotychczas nie opublikowano jednoznacznych wytycznych dotyczących postępowania w leczeniu złamań obojczyka u dzieci. Szczególną grupę w populacji pediatrycznej stanowią dzieci starsze i młodzież, którzy zdaniem niektórych autorów powinni być traktowani jak pacjenci dorośli.<sup>3</sup> Wzrastająca liczba i zmieniające się przyczyny urazów oraz rosnące oczekiwania młodych pacjentów wymusiły weryfikację podejścia do leczenia także w tej grupie wiekowej. Pojawiające się dane o powikłaniach leczenia zachowawczego złamań obojczyka u dzieci w postaci braku zrostu lub zrostu nieprawidłowego i tu dały podstawy do wykorzystania metod operacyjnych w wybranych typach złamań.<sup>4</sup> Jednocześnie należy uwzględnić odmiennosć gojenia się złamań i możliwości

przebudowy kostnej u pacjentów poniżej 18 roku życia w porównaniu z pacjentami dorosłymi. Dotyczy to zarówno kwalifikacji do leczenia operacyjnego jak i rodzaju zastosowanej metody stabilizacji.

## 1. Historia

Dzięki swojemu położeniu obojczyk jest kością łatwo dostępną badaniu przedmiotowemu. Znalazło to odzwierciedlenie w bardzo wczesnych doniesieniach na temat jego patologii. Pierwsze propozycje postępowania w przypadku urazów obojczyka datowane są na 3.5 tysiąca lat p.n.e. - na papirusach odnaleziono opis nastawienia jego złamania zaproponowany przez nieznanego chirurga ze starożytnego Egiptu.<sup>5</sup> Także Hipokrates w swych pracach datowanych na 400 lat p.n.e. poczynił szereg dokładniejszych obserwacji, które dotyczyły typów złamania obojczyka, możliwości i trudności jego repozycji oraz szybkości i sposobu gojenia się obojczyka.<sup>6</sup>

Najwcześniejsze udokumentowane przypadki dotyczące urazów obojczyka oraz leczenia jego złamań nierozłącznie związane były wypadkami konnymi. Jeden z pierwszych to pochodzący z 1702 roku przypadek zgonu króla Anglii, Williama III. Bezpośrednią przyczyną zgonu króla było zapalenie płuc, które rozwinęło się jako powikłanie złamania obojczyka po upadku z konia.<sup>7</sup> Najstarsze znane z piśmiennictwa doniesienia dotyczące ciężkich powikłań odnaleźć można na stronach „Lancet” już w 1850 roku. Opisano tam między innymi przypadek silnego krwawienia spowodowanego złamaniem obojczyka oraz zwrócono uwagę, że nieleczone złamanie może prowadzić nawet do śmierci.<sup>8</sup>

Od początku XIX wieku donoszono o potrzebie stabilizacji barku po urazach obojczyka, jako profilaktyce ciężkich krwotoków. Stosowano wiele skomplikowanych urządzeń, których zadaniem było zarówno nastawienie kości jak i zapobieganie powikłaniom. Dupuytren w swoich obserwacjach z 1847 roku zaznaczył, iż nie wszystkie te działania, często niewygodne i uciążliwe dla pacjenta, prowadzą do poprawy stanu zdrowia chorego. Jako łatwe i skuteczne postępowanie proponował proste leżenie z podparciem barku poduszką aż do czasu zagojenia się złamania.<sup>9</sup> Opatrunek ósemkowy wraz z wczesną mobilizacją pacjenta zostały opisane w 1860 roku przez Championniera. Do dzisiaj doskonale sprawdzają się w przypadku mniej powikłanych typów złamań obojczyka.<sup>10</sup> Z powodu zdarzających się trudności w utrzymaniu prawidłowego ustawienia odłamów

kostnych Sayre w 1871 roku zwrócił uwagę na potrzebę usztywnienia barku i utrzymania pozycji leżącej dla lepszego efektu terapeutycznego postępowania zachowawczego.<sup>11</sup>

Z powodu deformacji, skrócenia odłamów lub braku zrostu poszukiwano innych rodzajów stabilizacji złamań obojczyka.

Pierwszy opis zespolenia śródszpikowego pochodzi od White'a z Manchesteru, który w 1760 roku wykonał tego typu zabieg na kości ramiennej.<sup>12</sup> W piśmiennictwie z XIX wieku można znaleźć liczne opisy przypadków zespolień kości długich, ale dopiero dostępność znieczulenia i możliwość wykorzystania promieni rentgenowskich spowodowały rozkwit tej metody leczenia. Początek XX wieku to liczne doniesienia na temat wykorzystania drutów stalowych w leczeniu złamań kości długich. Albin Lambotte w 1907 roku opisał zespolenia kości udowej i obojczyka. Był on również pomysłodawcą wielu użytecznych narzędzi wykorzystywanych w repozycjach i stabilizacjach kostnych.<sup>13</sup> Schoene w 1913 roku opublikował technikę zespolień wewnątrzszpikowych kości przedramienia gwoździem ze srebra.<sup>12</sup> Hey-Groves w 1916 roku opisał swoje doświadczenia z różnego rodzaju materiałami i ich formami używanymi do zespolień, głównie zespolień kości udowej.<sup>14</sup> Jeden z wcześniejszych i dokładniejszych opisów techniki zespolenia obojczyka został opublikowany przez Brockwaya w 1930 roku.<sup>15</sup>

Od 1939 roku dzięki Gerhardowi Küntscherowi rozpoczęła się nowa era zespolień wewnątrzszpikowych - wówczas ogłosił on swoją technikę gwoździowania złamań kości udowej. Jest on również autorem opisu anatomii obojczyka, w którym wskazuje, że kość ta jest predysponowana do zespolień wewnątrzszpikowych.<sup>16</sup> Także Murray wskazywał strukturę obojczyka, jako idealną do zespolień śródszpikowych - w 1940 roku opisał technikę gwoździowania jego złamania przez wprowadzenie drutu od strony odłamu bliższego.<sup>17</sup> Z powodu opisywanych powikłań w postaci migracji materiału zespalającego, metoda ta nie znalazła szerszego zastosowania. Podobny sposób został ponownie opisany przez Zenniego w 1981 roku.<sup>18</sup> Zapoczątkowana przez Endera w 1970 roku technika zespolień elastyczno-stabilnych była kontynuowana przez Metaizeau i Ligiera w leczeniu złamań kości udowej u dzieci. Opublikowane w 1984 roku doniesienie zapoczątkowało rozwój techniki zespolień elastyczno-stabilnych u dzieci.<sup>19</sup>

W Polsce pierwsze takie zespolenia wykonano w 1989 roku przez Grażyńskiego i wsp., w Wojewódzkim Szpitalu Dziecięcym w Poznaniu – z wykorzystaniem techniki Metaizeau zespolono odłamy kości udowej. Wyniki leczenia i opis metodologii zostały opublikowane w piśmiennictwie w 1993 roku i w przewodzie doktorskim.<sup>20, 21</sup> Dalszy rozwój zespolień elastyczno-stabilnych znalazł

zastosowanie między innymi w leczeniu złamań obojczyka. Grażyński i wsp. przedstawili opis metody oraz wyniki leczenia na 23 osobowej grupie w 2003 roku.<sup>22</sup>

## 2. Embriologia, anatomia i funkcje obojczyka

### Embriologia

Układ szkieletowy zaczyna się tworzyć w piątym tygodniu życia płodowego (t.ż.p.). W tym okresie komórki mezenchymalne zaczynają wnikać w wypustki ektodermalne, które tworzą zawiązki kończyn. Część komórek mezenchymalnych gromadzących się w centralnej części wypustek zapoczątkowuje powstanie komórek chrzęstnych.

Embriologiczny rozwój obojczyka (łac. *clavicula* = klucz, wąż winorośli) wraz z całą kończyną górną rozpoczyna się z zawiązka mezenchymalnego w szóstym t.ż.p.<sup>23, 24</sup> W obrębie nasad następuje on na podłożu chrzęstnym, część środkowa powstaje na podłożu błoniastym. Pod koniec szóstego t.ż.p. w obrębie obojczyka i żuchwy, jako pierwszych kości z całego układu szkieletowego, pojawiają się punkty kostnienia.<sup>25</sup>

W rozwoju filogenetycznym obojczyk nie występuje u zwierząt używających kończyn górnych do celów podporowych (na przykład u koni). Występuje natomiast u zwierząt używających kończyn górnych do podtrzymywania się, podnoszenia czy wspinania, u których, tak jak u człowieka, jego zadaniem jest zwiększenie zakresu ruchomości kończyn w stosunku do szkieletu osiowego. Dodatkowo, szczególnie u człowieka, obojczyk obok łopatki jest doskonałym rusztowaniem dla mięśni obręczy barkowej. Umożliwiają one dużą swobodę ruchów kończyny w stosunku do całego ciała.<sup>25</sup>

### Anatomia

Obojczyk to kość długa w kształcie litery S. Jest położony bezpośrednio pod skórą i przebiega od górnego końca mostka poziomo i nieco do tyłu do wyrostka barkowego łopatki. Chociaż jest kością, która jako jedna z pierwszych zaczyna kostnieć, to pełen zrost nasady z trzonem następuje jako jeden z ostatnich wśród kości długich: nasada boczna kończy ten proces około 19. roku życia, natomiast przyśrodkowa dopiero w 25. roku życia. Mimo późnego kostnienia obojczyk dość

wcześnie osiąga swoją maksymalną długość. McGraw i wsp. udowodnili, że 80% swojej długości osiąga u dziewczynek w 9. roku życia, u chłopców w 12.<sup>26</sup> Jama szpikowa charakterystyczna dla kości długich w obojczyku nie występuje lub zachowana jest w formie szczątkowej. Obojczyk zbudowany jest w większości z istoty gąbczastej pokrytej istotą zbitą, która szczególnie silnie rozwinięta jest w części środkowej.

W obojczyku wyróżniamy część środkową oraz dwa końce: mostkowy oraz barkowy. Część środkowa w przekroju poprzecznym ma kształt trójścienny i spłaszcza się obwodowo. W jej obrębie przyczepiają się liczne mięśnie: od strony proksymalnej mięsień mostkowo-obojczykowo-sutkowy i piersiowy większy, od dystalnej mięsień naramienny i czworoboczny. Pomiedzy tymi dwoma grupami mięśniowymi, z powodu ścieńczenia przekroju kości, najczęściej dochodzi do złamań obojczyka. Na powierzchni dolnej w części środkowej znajduje się przyczep mięśnia podobojczykowego. Zgrubiły koniec mostkowy łączy się z wcięciem obojczykowym mostka. Dodatkowo na jego powierzchni dolnej znajduje się przyczep mięśnia mostkowo-gnykowego. Spłaszczony koniec barkowy łączy się z powierzchnią stawową wyrostka barkowego łopatki. Połączenie obojczyka w obrębie obręczy kończyny górnej zapewniają staw mostkowo-obojczykowy, staw barkowo-obojczykowy oraz liczne więzozrosty. Obie powierzchnie stawowe mają kształt siodełkowaty.

Staw mostkowo-obojczykowy łączy obojczyk z klatką piersiową. Jest on podzielony krążkiem stawowym zbudowanym z chrząstki stawowej, która z wiekiem zanika. Funkcją krążka jest dostosowanie do siebie obu powierzchni stawowych oraz amortyzacja przeciążeń wynikających z urazów okolicy barku. Luźna torebka stawowa jest bardzo gruba i silnie wzmocniona licznymi więzadłami, co prawie uniemożliwia zwichnięcie końca mostkowego obojczyka. Więzadła końca mostkowego obojczyka: więzadło mostkowo-obojczykowe przednie i tylne ograniczają ruchomość w płaszczyźnie strzałkowej, więzadło międzyobojczykowe hamuje ruchomość obojczyka ku dołowi, więzadło żebrowo-obojczykowe biegnąc do chrząstki pierwszego żebra zespala obojczyk z klatką piersiową ograniczając jego ruchy ku górze. Staw mostkowo-obojczykowy jest z punktu widzenia mechaniki stawem kulistym, w którym szczególnie ograniczony jest ruch ku dołowi ( $5^{\circ}$ ). Ruchy do przodu i ku tyłowi mają odpowiednio zakresy  $26^{\circ}$  i  $35^{\circ}$ , z najszerszym zakresem ruchomości ku górze wynoszącym  $50^{\circ}$ . Staw barkowo-obojczykowy łączy obojczyk z łopatką. Panewkę stanowi wklęsła powierzchnia stawowa wyrostka barkowego łopatki. Torebka stawowa wzmocniona jest od góry silnym więzadłem barkowo-obojczykowym, które rozpoczyna się na górnej powierzchni końca barkowego obojczyka i biegnie do wyrostka barkowego łopatki. Drugim pasmem łącznotkankowym

wzmacniającym staw barkowo-obończykowy jest więzadło kruczo-obończykowe, które składa się z dwóch wiązek: pasma czworobocznego biegnącego bocznie i z przodu od wyrostka kruczego łopatki do kresy czworobocznej obończyka oraz pasma stożkowatego leżącego przyśrodkowo i ku tyłowi przyczepiającego się do guzka stożkowatego obończyka. Staw barkowo-obończykowy to także staw kulisty. W porównaniu ze stawem mostkowo-obończykowym ruchomość w tym stawie jest ograniczona.<sup>27,28</sup>

### Anatomia topograficzna obończyka

Znajomość anatomii topograficznej obończyka jest kluczowa dla ochrony licznych struktur nerwowo-naczyniowych przebiegających tuż za nim. Obończyk stanowi część obręczy barkowej, łączy kończynę górną z klatką piersiową oraz zamyka od góry okolicę podobojczykową. Od zewnątrz znajduje się mięsień szeroki szyi wraz z powięzią, która w okolicy wcięcia mostka rozdziela się na dwa pasma: powierzchowne i głębokie. Pomiędzy nimi przebiegają naczynia limfatyczne i dopływy żyły szyjnej zewnętrznej. Bocznie blaszki tej powięzi obejmują mięsień mostkowo-obończykowo-sutkowy i przechodzą na obończyk. Powyżej obończyka blaszki powięzi szyjnej oddzielone są od siebie tylko tkanką tłuszczową. Blaszka powierzchowna przechodzi w powięź mięśnia czworobocznego, głęboka natomiast w powięź mięśnia podobojczykowego. Głębiej znajduje się powięź piersiowa pokrywająca obończykową część mięśnia piersiowego większego, który bocznie styka się z mięśniem naramiennym. Pomiędzy tymi grupami mięśniowymi wytwarza się bruzda naramiennie-piersiowa, ponad którą wpuklająca się skóra tworzy dół podobojczykowy. Pod mięśniem piersiowym większym leżą mięsień podobojczykowy i piersiowy mniejszy. Mięsień piersiowy mniejszy przykrywa wychodzące z okolicy szyi pnie naczyniowe oraz nerwy: od strony przyśrodkowej żyłę podobojczykową przechodzącą w żyłę ramiennie-głową, bocznie tętnicę podobojczykową przechodzącą w tętnicę pachową oraz gałęzie podobojczykowe splotu ramiennego utworzone z czterech dolnych nerwów szyjnych i pierwszego piersiowego, których włókna przebiegają w kierunku dołu pachowego otaczając tętnicę podobojczykową.<sup>27, 28, 25, 29</sup>

### Funkcje obończyka

#### 1. Połączenie i stabilizacja kończyny górnej

Obończyk tworzy jedyne połączenie kostne tułowia z obręczą barkową. Dzięki przyczepom mięśnia czworobocznego przenosi jego siłę na ramię, a poprzez więzadło kruczo-obończykowe na łopatkę.

Umożliwia to szczególnie ruchy ponad linię barków. Funkcja stabilizacji kończyny górnej jest spełniana przede wszystkim przez więzadła mostkowo-obojczykowe.<sup>27</sup>

## 2. Ruch barku

Zapewnienie prawidłowej ruchomości barku to jedna z podstawowych funkcji obojczyka. Przy unoszeniu kończyny górnej do 180° dzięki współdziałaniu stawów ramiennego, barkowo-obojczykowego oraz mostkowo-obojczykowego powstaje zgięcie o 120°, kolejne 60° jest uzyskiwane dzięki przemieszczaniu się łopatki w stosunku do klatki piersiowej. Przy braku obojczyka: po jego usunięciu lub w przypadku dysplazji obojczykowo-czaszkowej, zachowana jest ruchomość barku. Brak podpory mięśniowej oraz brak stabilizacji łopatki, które powodują jej rotację wraz ze stawem ramiennie-barkowym, skutkują ograniczeniem tej ruchomości z zaznaczonym opadaniem kończyny górnej i niekiedy wtórnym podrażnieniem splotu ramiennego z następowymi zespołami bólowymi.<sup>30,31</sup>

## 3. Podpora mięśniowa

Obojczyk stanowi trwałe rusztowanie dla mięśni uczestniczących wspólnie w ruchu kończyny górnej. Podstawowe znaczenia mają tutaj: mięsień czworoboczny, mięsień piersiowy większy i naramienny.<sup>27</sup>

## 4. Ochrona pęczka naczyniowo-nerwowego

Obojczyk, z racji swojego kształtu i położenia, chroni naczynia podobojczykowe, splot ramienny i szczyt płuca. Brak obojczyka może skutkować podrażnieniem splotu ramiennego w wyniku opadania barku i wzrostu napięcia tkankowego oraz zwiększeniem ryzyka urazu wyżej wymienionych struktur.

## 5. Funkcja oddechowa

Dzięki połączeniu obojczyka z pierwszym żebrem oraz działaniu mięśnia podobojczykowego uniesienie ramion powyżej głowy zwiększa pojemność oddechową.<sup>29</sup>

## 6. Funkcja kosmetyczna

Podskórny przebieg obojczyka i jego ekspozycja w okolicy szyi wraz z funkcją podporową dla mięśni warunkują jego aspekty kosmetyczne. W przypadku przedłużającego się zrostu obojczyka po

złamaniu nadmierny przerost kostniny może powodować deformacje i stanowić problem kosmetyczny, niezależnie od zachowanej funkcji ruchowej w obrębie obręczy barkowej.<sup>32</sup>

### **3. Fizjologia rozwoju obojczyka**

Rozwój tkanki kostnej następuje w procesie jednego z trzech typów kostnienia: śródkostnego, śródchrzęstnego lub błoniastego.<sup>33</sup> Typy rozwojowe są uzależnione od podłoża, na którym następuje kostnienie.

Typ śródkostny jest charakterystyczny dla osób dorosłych.

Kostnienie śródchrzęstne dotyczy przede wszystkim kości długich. Rozpoczyna się od wnikania komórek mezenchymalnych do tworzących się w piątym tygodniu życia płodowego ektodermalnych zawiązków kończyn. Komórki te dają początek mięśniom, chrząstkom i kościom. W obrębie zawiązków centralnie ułożone zgrupowania komórek mezenchymy różnicują się w komórki chrzęstne. Komórki zlokalizowane obwodowo dają początek chrzęstnej, która później zmienia się w okostną. Kolejny etap rozwoju to uwapnienie substancji międzykomórkowej oraz przemiana komórek chrzęstnych – procesy te dają początek pierwotnemu jądro kostnienia, które jest zlokalizowane w trzonie przyszłej kości. Dzięki tym procesom wyróżniamy dwa zjawiska: różnicowanie wewnętrzne oraz nawarstwianie od strony chrzęstnej. Za wzrost kości na długość początkowo odpowiedzialne jest pierwotne jądro kostnienia. W późniejszym okresie zadanie to przejmują chrząstki wzrostowe. Powstają one z pojawiających się na końcach trzonów dobrze unaczynionych zgrupowań komórek chrzęstnych. W tych właśnie obszarach w procesie kostnienia powstają wtórne jądra kostnienia, które dają początek nasadom kości długich. Chrząstka wzrostowa, nazywana czasem chrząstką nasadową, oddzielając trzon kości od jej nasady warunkuje wzrost kości na długość i szerz. Wraz z zakończeniem okresu wzrostowego obserwuje się powolne zanikanie chrząstki wzrostowej i połączenie jąder kostnienia trzonów i nasad.

Kostnienie błoniaste dotyczy głównie kości płaskich (np. kości czaszki). Ten typ kostnienia jest również charakterystyczny dla obojczyka. Odbywa się on przez tworzenie beleczek kostnych bezpośrednio na podłożu mezenchymalnym – beleczki układają się promieniście wewnątrz błoniastej przestrzeni.

W przypadku obojczyka w piątym tygodniu życia płodowego rozpoczyna się tworzenie bocznego i przyśrodkowego punktu kostnienia. Komórki końca mostkowego i barkowego przekształcają się

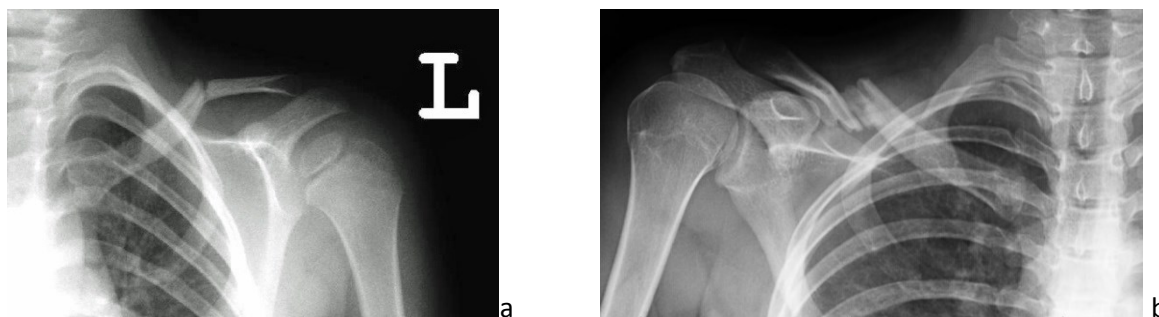


w chondrocyty, które tworzą powierzchnie chrzęstne odpowiedzialne za wzrost kości na długość. Główną rolę w tym procesie odgrywa nasada przyśrodkowa. Konsekwencją tej dysproporcji jest jej późna integracja z trzonem. Następuje ona jako jedna z ostatnich w układzie szkieletowym – trwa nawet do 25. roku życia. Mechanizm wzrostu błoniastego od okostnej jest odpowiedzialny za wzrost obojczyka na grubość.<sup>34, 35</sup>

## II Złamania obojczyka

### 1. Definicja i epidemiologia

Złamanie kości definiuje się jako całkowite przerwanie ciągłości tkanki kostnej, jako nadłamanie definiujemy niepełne złamanie.<sup>36</sup> W zależności od umiejscowienia złamania mogą dotyczyć trzonu, nasady lub przynasady kości. W zależności od przyłożonej siły urazu odłamy kości mogą się ze sobą stykać (złamania nieprzemieszczone) lub ulegać przemieszczeniu względem siebie w różnych płaszczyznach (złamania przemieszczone) (Ryc. 1).



Rycina 1. Typy złamań na przykładzie obojczyka: złamanie nieprzemieszczone (a), złamanie przemieszczone (b)

Z badań biomechanicznych wynika, że siły działające na obojczyk dorosłego człowieka, które powodują jego złamanie, muszą być równe przynajmniej masie jego ciała lub muszą ją trzykrotnie przekraczać.<sup>37</sup> Pomimo tego do złamań obojczyka dochodzi stosunkowo często. Funkcja połączenia kończyny górnej z tułowiem oraz samo położenie obojczyka usposabiają go do złamań. Dochodzi do nich najczęściej na skutek urazu. Złamania nieurazowe powstają znacznie rzadziej, a do ich przyczyn należą: złamania zmęczeniowe, złamania przeciążeniowe obserwowane w czasie uprawiania sportu

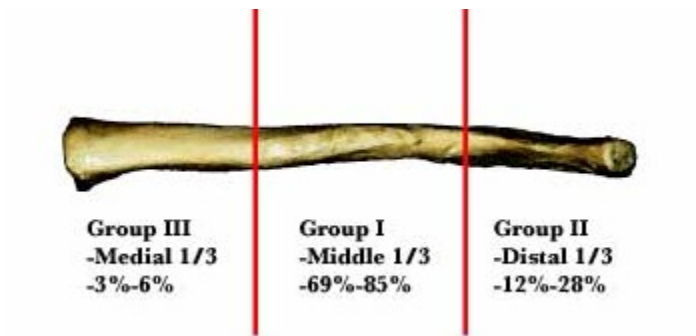
oraz złamania patologiczne powstałe na podłożu guzów i infekcji przy równoczesnym, nieadekwatnym do skutków, urazie.<sup>38, 39</sup> Zmiany guzowe mogą powstawać na podłożu nowotworowym oraz malformacji naczyniowych.<sup>40, 41, 42, 43</sup> Rzadką postacią zmiany mogącej imitować niegojące się złamanie obojczyka jest wrodzony staw rzekomy, schorzenie o niejasnej etiologii lokalizujące się głównie w prawym obojczyku.<sup>44, 45</sup> Osobna grupa urazów to urazy okołoporodowe: złamania obojczyka stanowią tutaj największy odsetek i występują u 0,5 do 7,2 na 1000 żywo urodzonych noworodków.<sup>46, 47</sup>

Złamania urazowe okolicy barkowej należą do jednych z najczęstszych u dzieci i stanowią drugą co do częstości, po urazach przedramion, przyczynę hospitalizacji z powodu złamań. Położenie obojczyka sprawia, że jest on najbardziej narażoną na urazy kością tej okolicy i stanowi od 90% (u noworodka) do 10% (u młodzieży) wszystkich złamań kości.<sup>3, 48, 49</sup> Jak zwykle przy etiologii urazowej, złamania obojczyka dotyczą głównie chłopców - zapadalność jest u nich ponad dwa razy większa niż u dziewczynek. Nierównomierny rozkład częstości złamań obojczyka w odniesieniu do wieku wiąże się z różną aktywnością fizyczną dzieci oraz budową anatomiczną związaną z okresem wzrostu. Prawie połowa dzieci, u których stwierdza się złamanie obojczyka, nie skończyła siódmego roku życia. Zwraca uwagę sezonowość złamań z największym nasileniem w miesiącach letnich.<sup>50, 51</sup> Należy zaznaczyć, że często złamania obojczyka są elementem składowym urazu wielonarządowego, ma to miejsce szczególnie w przypadku urazów komunikacyjnych.<sup>52</sup>

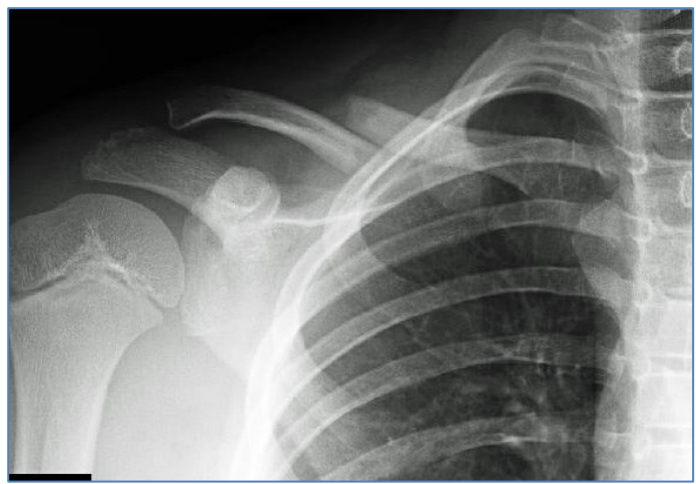
## **2. Klasyfikacja złamań obojczyka**

Każdy system klasyfikacji złamań powinien zawierać dane dotyczące patologii urazu oraz wskazywać możliwości leczenia. Przejrzystość systemu i łatwość klasyfikacji umożliwiają wymianę danych i porównywanie wyników terapeutycznych w zależności od zastosowanej metody.

Najwcześniejszą klasyfikację złamań obojczyka zaproponował Allman dzieląc je na trzy grupy (I, II, III) w zależności od umiejscowienia złamania: jedna trzecia bliższa, środkowa i dalsza obojczyka (Ryc. 2 i 3).<sup>53</sup>



Rycina 2. Podział złamań obojczyka wg Allmana





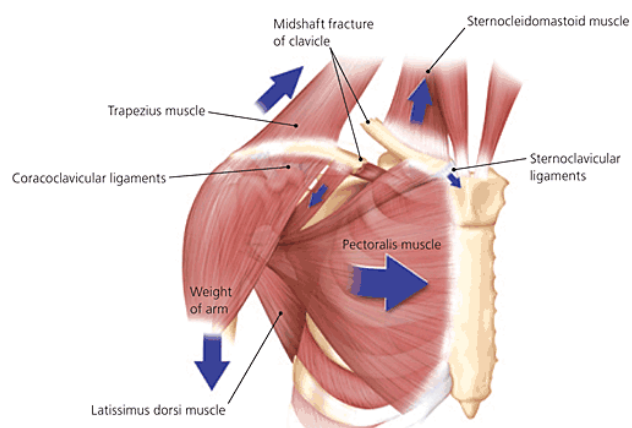
Rycina 3. Przykłady złamań obojczyka zgodnie z podziałem wg Allmana: złamanie 1/3 bliższej (a), 1/3 środkowej (b), 1/3 dalszej obojczyka (c)

W 1990 roku Craig dzieląc typy złamań pod względem częstości i lokalizacji uszczegółowił podział Allmana (Tab. 1).<sup>54</sup> Do Grupy I wg Craiga należą najczęściej występujące zarówno u dorosłych jak i u dzieci złamania obojczyka, czyli złamania w 1/3 środkowej długości.

Tabela 1. Podział wg Craiga

Grupa I	Złamanie 1/3 środkowej obojczyka
Grupa II	Złamanie 1/3 dalszej obojczyka
Typ I	minimalne przemieszczenie (wewnątrzwięzadłowe)
Typ II	przemieszczenie w obrębie więzadła kruczo-obojczykowego
	A – przemieszczenie z zachowaniem pasma czworobocznego oraz stożkowatego
	B – przemieszczenie z rozerwaniem pasma stożkowatego
Typ III	złamanie powierzchni stawowej
Typ IV	złamanie z przemieszczeniem przy zachowanej ciągłości okostnej i więzadeł (charakterystyczne tylko dla dzieci)
Typ V	złamanie wielofragmentowe z rozerwaniem więzadeł
Grupa III	Złamanie 1/3 bliższej obojczyka
Typ I	minimalne przemieszczenie
Typ II	przemieszczenie z uszkodzeniem więzadeł
Typ III	złamanie wewnątrzstawowe
Typ IV	złuszczenie (charakterystyczne dla dzieci)
Typ V	złamanie wielofragmentowe

Częstość takiego umiejscowienia złamań jest spowodowana budową anatomiczną kości i wynika z braku bezpośredniej stabilizacji. Inaczej jest w przypadku złamań części bliższej, podlegającej stabilizacji mięśniowej oraz części dalszej, mniej narażonej na złamania dzięki licznym więzadłom (Ryc. 4). Do grupy pierwszej klasyfikowane jest około 80% złamań obojczyka.<sup>55</sup>



Rycina 4. Anatomiczne uwarunkowania częstości złamań obojczyka

Grupa II obejmuje złamania końca dalszego obojczyka, które stanowią od 12 do 15% wszystkich złamań tej kości. Klasyfikacja podtypu w tej grupie związana jest z umiejscowieniem przełomu złamania w stosunku do więzadła kruczo-obojczykowego.<sup>56</sup> Spośród złamań grupy II szczególnie charakterystycznym dla dzieci jest typ IV złamania czyli rzekome zwichnięcie w stawie obojczykowo-barkowym. Polega ono na odłamaniu końca dalszego obojczyka przy zachowaniu ciągłości okostnej oraz więzadła kruczo-obojczykowego.<sup>57,58</sup>

Grupa III podziału wg Craiga zawiera najrzadziej występujący rodzaj złamań obojczyka - złamania końca mostkowego. Ich odsetek to niespełna 5%. Złamania te można podzielić ze względu na uszkodzenie struktury więzadeł na: złamania bez ich uszkodzenia – one zazwyczaj nie ulegają przemieszczeniu oraz złamania z uszkodzeniem więzadeł, które skutkują złuszczeniem u dzieci lub złamaniem powierzchni stawowej u dorosłych.<sup>12</sup>

Klasyfikacja wg Rockwooda: ze względu na różnorodność postaci klinicznych złamań końca barkowego obojczyka (grupa II, typ IV wg Craiga) zaproponowano uszczegółowiony podział opierający się na stopniu i kierunku przemieszczenia dalszego odłamu obojczyka w stosunku do zachowanego pasma okostnej (Tab. 2).<sup>59</sup>





Tabela 2. Klasyfikacja wg Rockwooda

Typ I: złamanie bez cech radiologicznego przemieszczenia z wykładnikami palpacyjnej niestabilności w obrębie stawu obojczykowo-barkowego
Typ II: złamanie z minimalnym przemieszczeniem obojczyka poza okostną z widocznym radiologicznie zwiększonym odstępem w obrębie więzadła kruczo-obojczykowego
Typ III: złamanie z wyraźnym przemieszczeniem odłamku ku górze w płaszczyźnie czołowej
Typ IV: złamanie z przemieszczeniem odłamku obojczyka w płaszczyźnie strzałkowej ku tyłowi w stosunku do zachowanego pasma okostnej
Typ V: złamanie podobne do typu III, ze znacznie większym przemieszczeniem skutkującym całkowitym rozerwaniem więzadła kruczo-obojczykowego
Typ VI: złamanie z przemieszczeniem obojczyka poniżej wyrostka kruczego





Wszystkie powyższe podziały szeregują złamania obojczyka poprzestając na opisie anatomopatologicznym.

Kolejny podział, wg Robinsona, jako jedyny uwzględnia typ złamania i rokowanie kliniczne.<sup>60</sup> Powstał on na podstawie obserwacji 1000 przypadków klinicznych. Podobnie jak w klasyfikacji wg Allmana złamania podzielone są na trzy grupy w zależności od swojej lokalizacji: koniec mostkowy (Typ 1), część środkowa (Typ 2), koniec barkowy obojczyka (Typ 3). Następnie otrzymują one symbol A dla postaci nieprzemieszczonych lub częściowo przemieszczonych oraz B dla postaci całkowicie przemieszczonych.





Dodatkowo złamania części dystalnych kości dzielą się w zależności od umiejscowienia na: pozastawowe – 1 lub wewnątrzstawowe – 2, a złamania części środkowej na: złamania z przemieszczeniem prostym – 1 lub złamania wieloodłamowe – 2 (Ryc. 5).

Złamanie nieprzemieszczone (Typ 1A)	Przemieszczone złamanie (Typ 1B)
	
Złamanie zewnątrzstawowe (Typ 1A1)	Złamanie zewnątrzstawowe (Typ 1B1)
	
Złamanie wewnątrzstawowe (Typ 1A2)	Złamanie wewnątrzstawowe (Typ 1B2)

Typ I: złamanie końca mostkowego

Złamanie nieprzemieszczone lub złamanie z ugięciem kątowym (Typ 2A)	Przemieszczone złamanie (Typ 2B)
	
Złamanie nieprzemieszczone (Typ 2A1)	Złamanie ze skróceniem (Typ 2B1)
	
Złamanie z ugięciem kątowym (Typ 2A2)	Złamanie wieloodłamowe (Typ 2B2)

Typ II: złamanie środkowej części obojczyka

Nieprzemieszczone złamanie (Typ 3A)	Przemieszczone złamanie (Typ 3B)
	
Złamanie zewnątrzstawowe (Typ 3A1)	Złamanie zewnątrzstawowe (Typ 3B1)
	
Złamanie wewnątrzstawowe (Typ 3A2)	Złamanie wewnątrzstawowe (Typ 3B2)

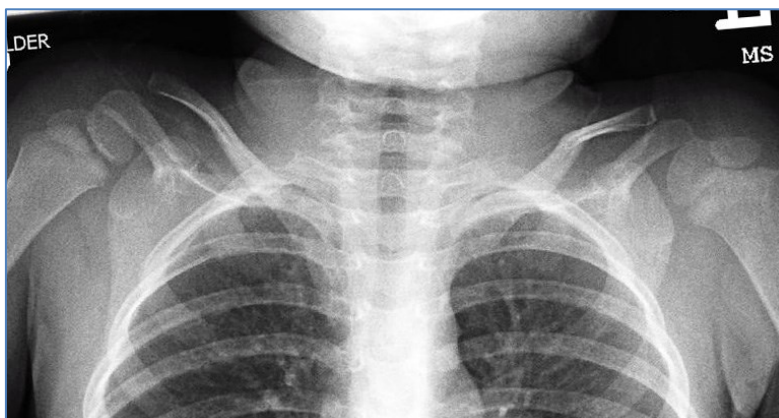
Typ III: złamania końca barkowego obojczyka

Rycina 5. Klasyfikacja złamań obojczyka wg Robinsona (na podstawie Robinson et al. 1998)<sup>60</sup>

W opisie złamań obojczyka stosowana jest również klasyfikacja Towarzystwa Traumatologii Ortopedycznej OTA (Orthopaedic Trauma Association).<sup>61</sup> W klasyfikacji tej obojczyk oznaczony jest numerem 15. W zależności od anatomicznego miejsca złamania: 1 oznacza część proksymalną, 2 środkową, a 3 dystalną obojczyka. Morfologicznie złamania trzonów podzielono na trzy typy: A – złamanie proste, B – złamania z odłamek pośrednim, C – złamania wieloodłamowe. Z kolei typy podzielono na grupy, gdzie na przykład typ A można dodatkowo opisać jako: A1 – spiralny, A2 – skośny, A3 – poprzeczny. Oczywiście systemy klasyfikacji złamań można stosować zamiennie. Dla przykładu złamanie obojczyka w połowie długości trzonu z przemieszczeniem odłamów i towarzyszącym odłamek pośrednim będzie miało symbol 2B2 wg Robinsona oraz 15(2) B2 wg OTA.

### 3. Diagnostyka

W większości przypadków rozpoznanie złamania obojczyka z przemieszczeniem można postawić na podstawie badania podmiotowego (w wywiadzie upadek na bark lub wyprostowaną kończynę) oraz przedmiotowego pacjenta (zniekształcenie obrysów obojczyka, wyczuwalne podskórnice końce odłamów kostnych oraz bolesność palpacyjna w rzucie obojczyka). Złamania nieprzemieszczone, szczególnie u dzieci, mogą sprawiać trudności diagnostyczne nawet w interpretacji wykonanego zdjęcia RTG. Trudności te są tym większe im młodsze jest dziecko i dopiero pojawienie się odczynu okostnowego po kilku dniach (5-10) od urazu lub powtórzenie zdjęcia rentgenowskiego potwierdza wcześniejsze rozpoznanie kliniczne (Ryc. 6).<sup>62</sup>



Rycina 6. Przykład złamania lewego obojczyka u małego dziecka



W diagnostyce złamań obojczyka najczęściej wykonywanym badaniem jest zdjęcie RTG w pojedynczej projekcji przednio-tylnej (AP) z ujęciem barku oraz górnych części płuca. Zdjęcie to wykonywane jest w pozycji stojącej. To proste badanie pozwala nie tylko określić zakres przemieszczenia odłamów czy obecność odłamów pośrednich, ale pozwala również przewidywać możliwość współwystąpienia urazów towarzyszących. W znacznej części obrazów RTG w projekcji AP odłamek bliższy, z racji przyczepów mięśniowych, jest przemieszczony ku górze, zaś dystalny pozostaje na miejscu lub jest przemieszczony ku dołowi (Ryc. 7). Obrazy rentgenowskie, w których obserwujemy ustawienie odłamku proksymalnego z przemieszczeniem biegnącym ku dołowi mogą nasuwać podejrzenie towarzyszącego urazu pęczka naczyniowo-nerwowego lub uszkodzenia szczytu płuca.



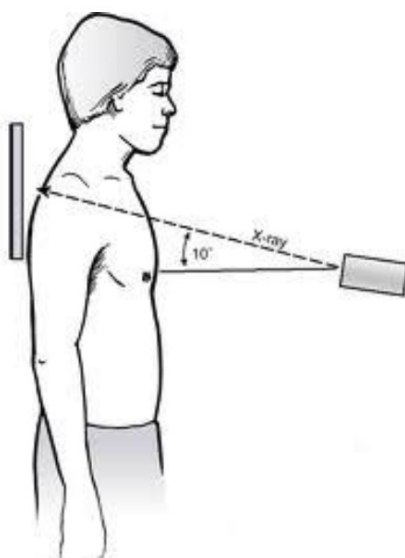
Rycina 7. Przykładowy obraz zdjęcia RTG obojczyka w projekcji AP z typowym przemieszczeniem odłamów

Niektóre postacie przemieszczeń mogą sprawiać trudności przy zastosowaniu standardowej projekcji przednio-tylnej. Przebieg obojczyka od przodu do tyłu oraz od mostka do barku predysponuje do mylnej oceny typu przemieszczenia, szczególnie w przypadkach skośnego przebiegu przełomu złamania.<sup>48</sup> Z tego powodu przy wątpliwościach diagnostycznych zalecane jest wykonywanie drugiej projekcji AP z odchyleniem dogłowym o  $45^{\circ}$  umożliwiającym przejście promieni RTG bardziej prostopadle do płaszczyzny przebiegu obojczyka.<sup>63</sup> W piśmiennictwie można spotkać inne propozycje projekcji skośnych z odchyleniem górnym lub dolnym mające zwiększyć czułość diagnostyczną, szczególnie w przypadkach braku zrostu odłamów obojczyka.<sup>64</sup>

Obecnie przyjętą metodą uzupełniającą diagnostykę rentgenowską, szczególnie pomocną dla określenia strategii terapeutycznej i różnicowania między innymi z wrodzonym stawem rzekomym obojczyka, jest tomografia komputerowa z rekonstrukcją trójwymiarową.<sup>45, 65, 66</sup>

Odrębnym zagadnieniem jest diagnostyka złamań okołoporodowych obojczyka oraz złamań typu „zielonej gałązki” u dzieci młodszych. W tej grupie wiekowej miejsce przełomu złamania w klasycznych obrazach RTG może nie zostać uwidocznione. Pomocnym narzędziem staje się badanie ultrasonograficzne (USG). Według niektórych autorów czułość i swoistość tego badania nie odbiega od klasycznych metod.<sup>67</sup>

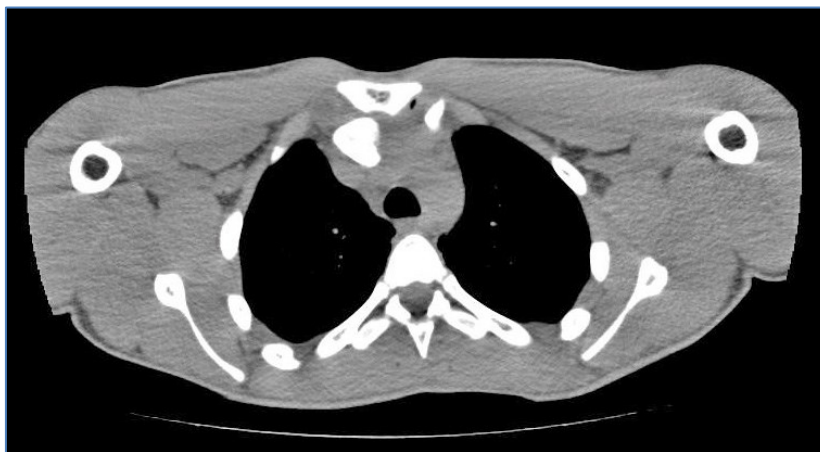
Złamania nasad dalszych obojczyka są kolejnym przykładem, gdzie typowa diagnostyka radiologiczna w rzucie AP i odchyleniu skośnym może nie uwidocznić szczeliny złamania lub nie odzwierciedlać rzeczywistego rozmiaru uszkodzenia. W tych przypadkach poleca się wykonanie zdjęć porównawczych obu barków lub zdjęć stresowych z obciążeniem kończyny chorej lub obu kończyn. W przypadku złamań powierzchni stawowych końca dalszego użyteczna jest projekcja zaproponowana przez Zanca, czyli ustawienie przednio-tylne z pochyleniem o 10-15° w stosunku do płaszczyzny poziomej (Ryc. 8).<sup>68</sup> Uzupełniającym badaniem w przypadkach niejasnych pozostaje tomografia komputerowa.



Rycina 8. Ustawienie pacjenta podczas wykonywania zdjęcia w projekcji wg Zanca<sup>63</sup>

Ze względu na nakładanie się żeber, kręgow oraz cień śródpiersia rutynowa diagnostyka rentgenowska złamań końca mostkowego obojczyka może być znacznie utrudniona. W tych

przypadkach badanie z użyciem tomografii komputerowej (KT) jest rozstrzygające, szczególnie w przypadku diagnostyki różnicowej między zwichnięciem w stawie mostkowo-obojczykowym a złuszczeniem nasady bliższej (Ryc. 9).



Rycina 9. Wykorzystanie KT w diagnostyce zwichnięcia końca mostkowego prawego obojczyka z przemieszczeniem do śródpiersia

#### Diagnostyka różnicowa

W diagnostyce różnicowej złamań obojczyka należy brać pod uwagę rzadkie wady trzonu obojczyka: wrodzony staw rzekomy (ang. *congenital pseudarthrosis*) oraz dysplazję obojczykowo-czaszkową (ang. *cleidocranial dysostosis*) – chorobę genetyczną dziedziczną autosomalnie dominująco polegającą na zaburzeniach w obrębie kości rozwijających się na podłożu błoniastym.<sup>45, 69, 70</sup>

Innym rodzajem trudności diagnostycznych, które powinny być brane pod uwagę, zwłaszcza przy różnicowaniu złamań końca mostkowego obojczyka, to złuszczenia w obrębie długo utrzymującej się chrząstki wzrostowej. Szczególnie złuszczenia tylne mogą być trudne do wykrycia w klasycznej diagnostyce radiologicznej. Podobny problem może dotyczyć patologii końca barkowego obojczyka. W przypadku podejrzenia złamania, gdzie obecność chrząstki nasadowej utrudnia diagnostykę RTG, rozstrzygającym badaniem jest tomografia komputerowa.<sup>71</sup>

#### 4. Patomechanizm oraz fizjologia gojenia złamań u dzieci

Przebieg procesu gojenia się złamań nie zmienił się w swych zasadniczych punktach od przedstawionego w 1940 roku klasycznego opisu. Jego autorem był Sir Reginald Watson Jones i opublikowano go w książce „Fractures and joint injuries”. Książka doczekała się wielu wznowień i tłumaczeń, w tym także na język polski.<sup>72</sup>

W ostatnich latach liczne badania laboratoryjne pozwoliły dużo dokładniej poznać poszczególne fazy gojenia się złamań a także wyodrębnić szereg czynników wpływających na zrost uszkodzonej tkanki kostnej i jej późniejszą przebudowę. Należą do nich między innymi białko indukujące różnicowanie się komórek mezenchymy w chondrocyty (ang. *chondrogenic stimulating activity protein*, CSA) oraz liczne czynniki wewnątrzpochodne: czynnik aktywujący okostną (ang. *periosteal activation agent*, PAA), kostnopochodny czynnik wzrostu (ang. *bone derived growth factor*, BDGF), szkieletowy czynnik wzrostu (ang. *skeletal growth factor*, SGF), cytokinaza oraz osteogladyna. Do istotnych czynników pozakostnych wpływających na proces gojenia zalicza się: płytkowopochodny czynnik wzrostu (ang. *platelet derived growth factor*, PDGF), układ krzepnięcia oraz heparynę.<sup>73, 74</sup>

Proces gojenia się kości można podzielić na kilka płynnie przechodzących w siebie etapów, wśród których wyróżniamy:

- fazę naciekową (odczynu zapalnego)
- fazę naprawczą
- fazę przebudowy.

Przerwanie ciągłości tkanki kostnej powoduje nie tylko uszkodzenie samej kości, ale również przyległych tkanek miękkich wraz z otaczającymi naczyniami. W zależności od typu i lokalizacji złamania dochodzi do powstania krwiaka. Krwiaki powstają głównie na zewnątrz okostnej, w mniejszym stopniu pod okostną lub w obrębie kanału szpikowego. To właśnie powstający krwiak staje się podstawą przyszłego gojenia. Z upływem czasu ulega on częściowej resorpcji i zmienia się w ziarninę, w którą dzięki aktywacji czynników zapalnych wnikają naczynia. Białka ostrej fazy powodują wzrost przepuszczalności naczyń umożliwiając komórkom żernym wniknięcie i usunięcie pozostałej części skrzepu. Pojawiające się osteoklasty eliminują resztki martwej kości. Na bazie ziarniny powstaje pierwotna kostnina czyli niedojrzała tkanka kostna o budowie włóknistej. Tkanka ta w głównej mierze jest wytwarzana na zewnątrz od okostnej.

Kolejny etap to przemiana i dojrzewanie kostniny pierwotnej. Jest on w dużej mierze uzależniony od wydajnego i w pełni funkcjonującego mikrokrążenia. Podkreśla się dużą rolę mięśni i okostnej, których to sieć naczyniowa poszerzająca się pod wpływem czynników ostrej fazy, bierze udział w unaczynieniu kostniny. Komórki chrząstki w obrębie przełomu złamania ulegają stopniowej hipotrofii i zanikowi. Dzięki osteoblastom zanikająca tkanka chrzęstna przekształca się w bliznę kostną w postaci kości błoniastej lub w formie kostnienia odchrzęstnego. Organizacja wewnętrzna beleczek kostnych początkowo całkowicie ignoruje przebieg linii sił i napięć. Pod koniec fazy naprawczej blizna kostna stopniowo przekształca się w dojrzałą kość blaszkowatą, która wzmacnia się i konsoliduje. Równocześnie dzięki aktywności osteoklastów i osteoblastów udrażniany jest kanał szpikowy.

Końcowym etapem gojenia się złamań jest przebudowa i modelowanie kości, czyli korekcja zaistniałych deformacji (pogrubienie w obrębie przełomu złamania, przemieszczenia kątowe lub boczne). Częściowo z procesem tym mamy do czynienia już w pierwszych fazach gojenia a duże nasilenie tego procesu jest charakterystyczne dla dzieci i młodzieży. Mechanizm ten nie jest do końca poznany. Tłumaczony jest zjawiskiem bioelektrycznym opisanym przez Yesuda: w teorii tej zakłada się zachowanie jednostek budulcowych kości jak cząstek piezoelektrycznych.<sup>73</sup> Elementy te pod wpływem nacisku mają zmienić swój ładunek na ujemny, pobudzić przepływ jonów i aktywność osteoblastów zwiększając tym samym kościotworzenie. Odciążenie natomiast zmieni ich potencjał na dodatni, aktywizuje osteoklasty i sprzyja resorpcji tkanki kostnej. Nieodzowne w tym procesie mikroruchy powinny sprzyjać gojeniu się złamania, co potwierdzają badania kliniczne.<sup>75, 76</sup>

Proces gojenia się złamań jest procesem dynamicznym, w którym poszczególne fazy wzajemnie się nakładają a szybkość zrostu kości jest wprost proporcjonalna do młodego wieku pacjenta.

## **5. Urazy towarzyszące**

Złamania obojczyka mogą łączyć się z poważnymi urazami towarzyszącymi. Urazy te mogą dotyczyć naczyń krwionośnych i przebiegać pod postacią: uszkodzeń tętnicy podobojczykowej i pachowej, stłuczenia ścian naczyń, zakrzepu lub przetoki tętniczo-żylniej.<sup>77, 78</sup> Opisywano także uszkodzenia splotu ramiennego objawiające się wczesnymi lub późnymi deficytami neurologicznymi ze strony kończyny górnej.<sup>79, 80</sup> Podczas analizy obrazów RTG podejrzenie wyżej wymienionych patologii powinno być zawsze wzięte pod uwagę w przypadku przemieszczenia odłamu bliższego

obojczyka do tyłu lub ku dołowi w stosunku do odłamu dalszego. Złamanie obojczyka może być wtórne do ipsilateralnych urazów wysokoenergetycznych powodujących stłuczenie płuca, klatki piersiowej, złamania żeber czy odmę opłucnową.

Złamania i złuszczenia końca bliższego obojczyka z towarzyszącym przemieszczeniem odłamów kostnych do śródpiersia mogą powodować urazy dużych naczyń, przełyku lub tchawicy.<sup>81</sup>  
<sup>82</sup> Podejrzenie takiego rodzaju powikłań nasuwają nasilające się u pacjenta trudności w mówieniu, oddychaniu i połykaniu, a także obwodowe zaburzenia tętna.

### **III Leczenie złamań obojczyka**

Dzięki swojej budowie kostnej i wysokiemu potencjałowi do przebudowy złamanie obojczyka w większości przypadków goją się łatwo i bez powikłań, u dzieci młodszych dotyczy to także złamań z przemieszczeniem. Tylko wybrane przypadki wymagają leczenia operacyjnego z zastosowaniem zamkniętej lub otwartej repozycji.

#### **1. Metody zachowawcze**

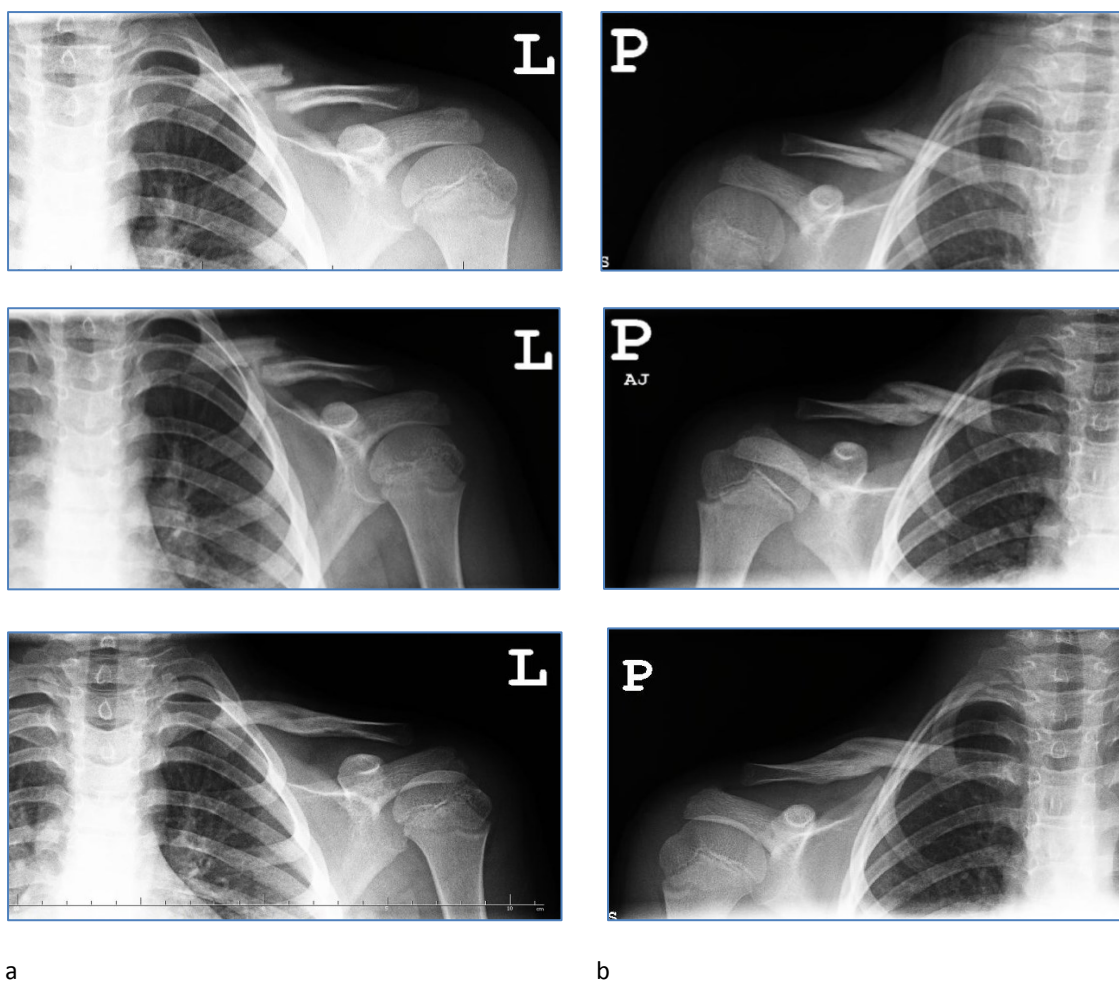
Leczenie zachowawcze polega na samym tylko unieruchomieniu zewnętrznym kończyny górnej po stronie złamania lub unieruchomieniu kończyny po repozycji za pomocą miękkiego opatrunku Desaulta (Ryc. 10a). Do opatrunku najczęściej wykorzystujemy bandaż lub opaskę elastyczną. Innym stosowanym sposobem unieruchamiania są opatrunki ósemkowe, które odwodzą barki ku tyłowi (Ryc. 10b). Podczas ich stosowania nie można zapominać o regularnej kontroli krążenia obwodowego kończyn górnych – może ono ulegać pogorszeniu z powodu zbyt ciasnej stabilizacji lub przesunięcia się opatrunku.



Rycina 10. Opatrunek typu Desaulta (a), opatrunek ósemkowy odwodzący barki ku tyłowi (b)

Strategia dotycząca rodzaju i czasu unieruchomienia kończyny w leczeniu zachowawczym złamań obojczyka jest uzależniona od wieku pacjenta i typu złamania. Nadrzędną obowiązującą zasadą jest takie postępowanie, które jak najmniej obciąża pacjenta przy równoczesnej jak najszybszej mobilizacji kończyny.<sup>24, 25</sup> U małych dzieci, niezależnie od typu złamania, unieruchomienie powinno być przede wszystkim wygodne. Zwykle wykorzystywany jest do tego opatrunek Desaulta lub chusta podwieszająca kończynę górną po stronie złamania (Ryc. 10a).<sup>83, 84</sup> Czas unieruchomienia zawiera się między 10 a 14 dniami.

U dzieci starszych stosuje się unieruchomienie odwodzące barki ku tyłowi w postaci pętli ósemkowej przez okres 3 do 4 tygodni (Ryc. 10b). Czas unieruchomienia powinien być uzależniony od typu złamania i klinicznej oceny odczynu okostnowego w obrębie złamanego obojczyka. Przedstawiony typ leczenia jest wystarczający u pacjentów do 10. – 12. roku życia i daje prawidłowe wyniki gojenia nawet w przypadkach złamań z przemieszczeniem (Ryc. 11).



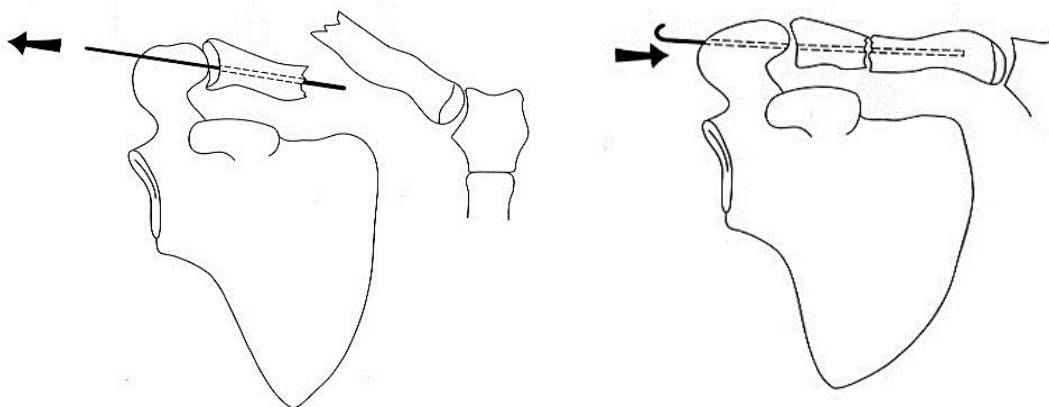
Rycina 11. Przykład postępowania zachowawczego w leczeniu złamania obojczyka: chłopiec lat 9, złamanie obojczyka lewego leczone zachowawczo, kontrolowane przez okres 6 miesięcy (a), chłopiec lat 11, złamanie obojczyka prawego leczone zachowawczo, kontrolowane przez okres 5 miesięcy(b)

## 2. Metody operacyjne

Leczenie operacyjne zarezerwowane jest dla dzieci starszych w przypadkach złamań obojczyka ze znacznym przemieszczeniem odłamów, złamań wieloodłamowych, otwartych lub złamań z towarzyszącym uszkodzeniem naczyń, nerwów lub urazem wielonarządowym. Każdorazowo postępowanie to polega na otwartej repozycji odłamów oraz ich stabilizacji. Materiałem zespalającym może być szew, drut, gwóźdź lub płytki kostna.

W zależności od umiejscowienia przełomu złamania leczenie operacyjne może dotyczyć trzonu, nasady bliższej lub nasady dalszej obojczyka.





Rycina 12. Schemat repozycji wg Sokołowskiego

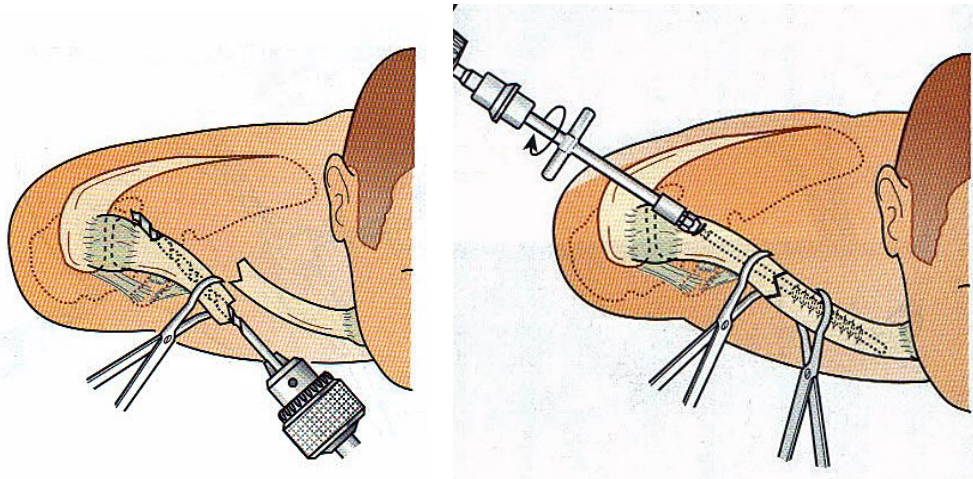
W zależności od metody unieruchomienia wyróżniamy stabilizacje wewnątrzszpikowe oraz stabilizacje zewnętrzne z użyciem płytki kostnej lub innego materiału zespalającego odłamy obojczyka ze sobą lub z otaczającymi tkankami.

## 2.1. Zespolenia wewnątrzszpikowe

Najwcześniej opisywane metody zespolień dotyczyły zastosowania drutów gładkich wprowadzanych od strony szpary złamania.

Opisana przez Sokołowskiego metoda stabilizacji drutem Kirschnera polega na odsłonięciu odłamów a następnie wstecznym wbiciu cienkiego gwoźdźca do kanału szpikowego odłamu obwodowego w taki sposób, aby ostrze gwoźdźca przeszło przez skórę barku. Kolejnym etapem jest nastawienie złamania i jego stabilizacja przez wprowadzenie wystającego gwoźdźca do odłamu bliższego (Ryc. 12).<sup>85</sup>

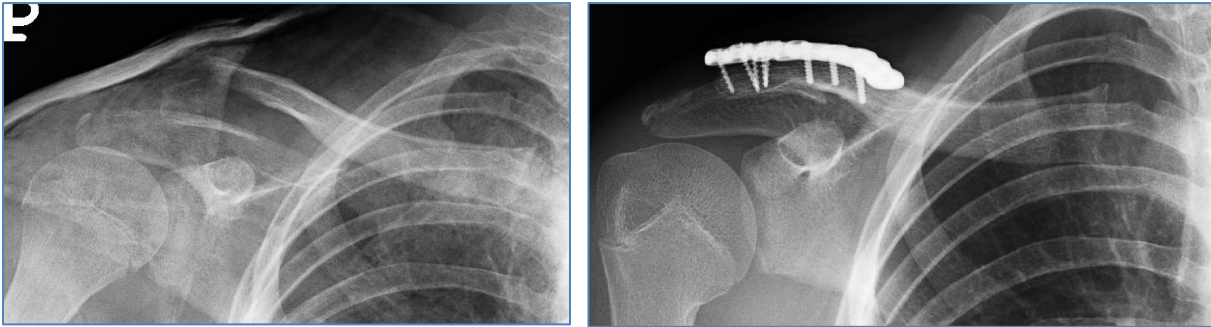
Modyfikacje zespolień śródszpikowych różnią się między sobą zastosowanym materiałem stabilizującym oraz sposobem jego umocowania w zreponowanej kości. Mogą to być gwoździe lub druty gwintowane w całości lub częściowo. Przyczynami modyfikacji były powikłania zespolień wewnątrzszpikowych polegające na migracji drutów do klatki piersiowej – do płuc lub śródpiersia.<sup>86</sup> Poniżej przedstawiono schemat wprowadzania gwoźdźca częściowo gwintowanego sposobem wstecznym do odłamu dalszego. Następnie, po repozycji złamania obojczyka, część gwintowana zostaje wprowadzana do odłamu bliższego (Ryc. 13).<sup>25</sup>



Rycina 13. Schemat repozycji złamania obojczyka z zastosowaniem gwoźdźca częściowo gwintowanego

## 2.2. Zespoleńia nakostne

Obojczyk nie jest najlepszą kością do zastosowania płytki nakostnej. Ma to bezpośredni związek ze sposobem ukrwienia, które pochodzi głównie z okostnej. Z anatomicznego punktu widzenia zespolenie nakostne znosząc rotację odłamów kostnych oraz działając podobnie jak wspornik (szczególnie w przypadku odłamów poprzecznych) mogą spełniać swoje zadanie (Ryc. 14). W idealnych warunkach punkt stabilizacji, który wypada na środku płytki, powinien znajdować się nad przełomem złamania. Przy części złamań wysokoenergetycznych czy wieloodłamowych punkt maksymalnego obciążenia naturalnie przemieszcza się bocznie i powoduje nierównomierny rozkład sił. Siły działają głównie na śruby umieszczone w obwodowej części płytki, co może być przyczyną niepowodzenia w gojeniu się złamania. Główną wadą tej metody jest konieczność wykonania dużego cięcia skórniego, któremu towarzyszą uszkodzenia tkanek miękkich. Odsetek powikłań może sięgać nawet 43%, spośród których 14% to powikłania poważne wymagające reoperacji.<sup>87</sup> W przypadkach zastosowania stabilizacji nakostnej preferowane są 2,7 mm płytki do dynamicznej kompresji (DCP) lub 3,5 mm płytki z ograniczonym kontaktem (ang. *limited-contact dynamic compression plate*, LC-DCP).<sup>88, 89</sup>



Rycina 14. Przykład zespolenia złamania 1/3 dalszej obojczyka za pomocą płytki nakostnej

Innym, szczególnym typem zespolenia zewnętrznego, są śruby. Stosowane są tylko w złamaniach 1/3 dalszej trzonu obojczyka. Metoda ta polega na wykonaniu otwartej repozycji złamania a następnie wprowadzeniu śruby przez odłam bliższy, przyparcie go do odłamu dalszego i do wyrostka kruczego łopatki. Zabieg wykonuje się pod kontrolą monitora RTG.

Stosowane są również metody łączące użycie płytki nakostnej i śruby stabilizującej. Ich zaletą jest mała inwazyjność oraz duża wytrzymałość zespolenia.<sup>25</sup>

## IV Cel pracy

Sposób leczenia złamań obojczyka ze znacznym przemieszczeniem odłamów u dzieci starszych i młodzieży nadal pozostaje przedmiotem licznych dyskusji.

Dotychczas nie przeprowadzono prawidłowo zaprojektowanych, randomizowanych badań klinicznych porównujących metody inwazyjne i nieinwazyjne a także nie opublikowano wytycznych dotyczących leczenia operacyjnego w przypadkach złamań obojczyka u dzieci starszych i młodzieży. Pomimo braku jednoznacznych rekomendacji w piśmiennictwie odnaleziono liczne dane zalecające leczenie operacyjne wybranych przypadków złamań obojczyka.<sup>3, 22, 90, 91, 92, 93, 94</sup> Dla potwierdzenia słuszności wyboru metody inwazyjnej poddano analizie dokumentację medyczną pod względem epidemiologicznym i klinicznym. Oceniono także satysfakcję oraz jakość życia pacjentów po leczeniu operacyjnym.

### Cele pracy:

1. Analiza kryteriów kwalifikacyjnych do leczenia operacyjnego pod względem klinicznym i epidemiologicznym.
2. Ocena wyników leczenia w zależności od stosowanej metody oraz czynników wpływających na wynik końcowy.
3. Próba optymalizacji przyjętej metody operacyjnej.
4. Ocena satysfakcji oraz jakości życia pacjentów po leczeniu operacyjnym.

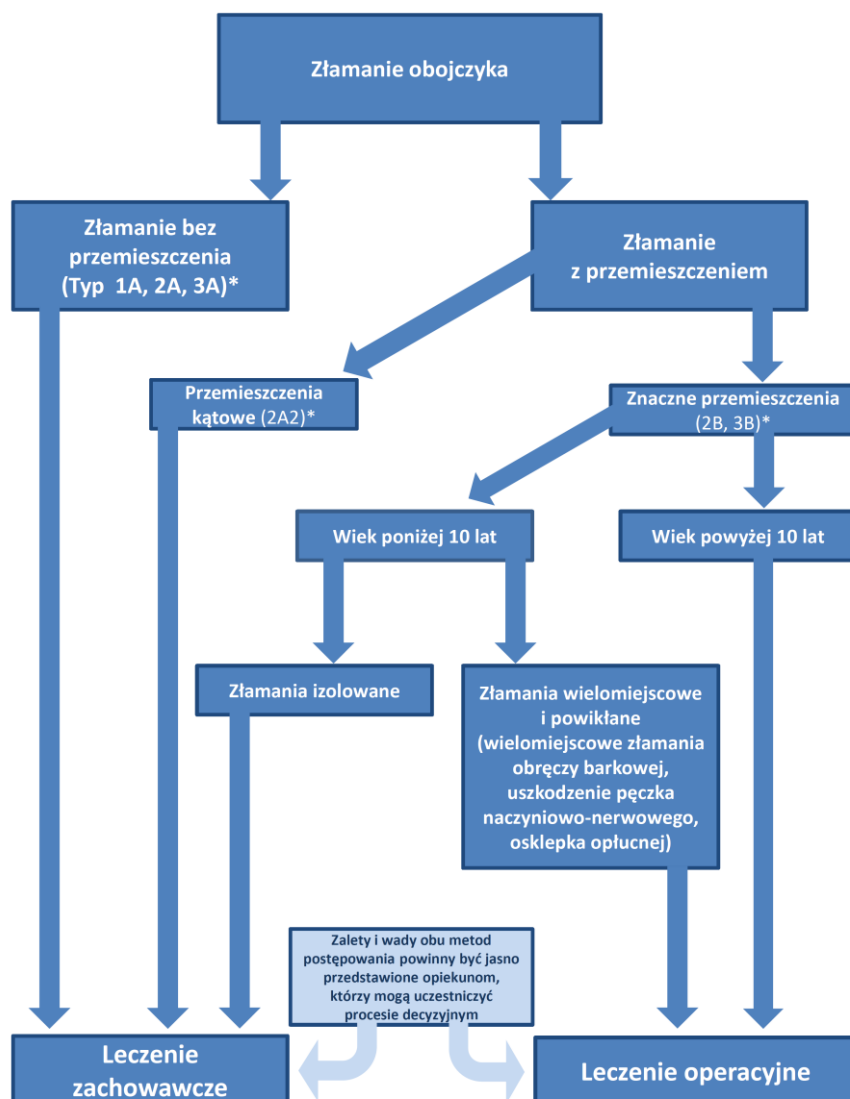
Analiza wyników leczenia pozwala na próbę wypracowania rekomendacji dla leczenia operacyjnego złamań obojczyka w u dzieci.

## **V Materiał i metoda**

Badania przeprowadzono po uzyskaniu akceptacji Komisji Bioetycznej przy Uniwersytecie Medycznym im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu (Uchwała nr 422/12).

### **1. Charakterystyka grupy badanej**

Analizie poddano populację 2407 dzieci leczonych z powodu złamania obojczyka w Oddziale Chirurgii Dziecięcej i Poradni Chirurgii Dziecięcej Specjalistycznego Zespołu Opieki Zdrowotnej nad Matką i Dzieckiem im. Św. Józefa w Poznaniu (zwanym dalej Szpitalem) w latach 2002–2012. Większość tych złamań zaopatrzone w trybie ambulatoryjnym (1824 pacjentów, ponad 75%). Leczenia szpitalnego z powodu złamania obojczyka lub/i urazów towarzyszących wymagało 585 dzieci, spośród których u 407 wykonano zabieg operacyjny. Stanowiło to 16,9% wszystkich leczonych z tym rozpoznaniem pacjentów. Kwalifikacja do operacji następowała na podstawie algorytmu uwzględniającego typ złamania obojczyka wg klasyfikacji Robinsona oraz wiek pacjenta (Ryc. 15). W ostatecznej decyzji dotyczącej wyboru metody leczenia złamanego obojczyka mogli w każdym przypadku uczestniczyć rodzice lub opiekunowie pacjenta - zarówno zalety jak i wady obu typów postępowania (zachowawcze vs operacyjne) były im jasno przedstawione.

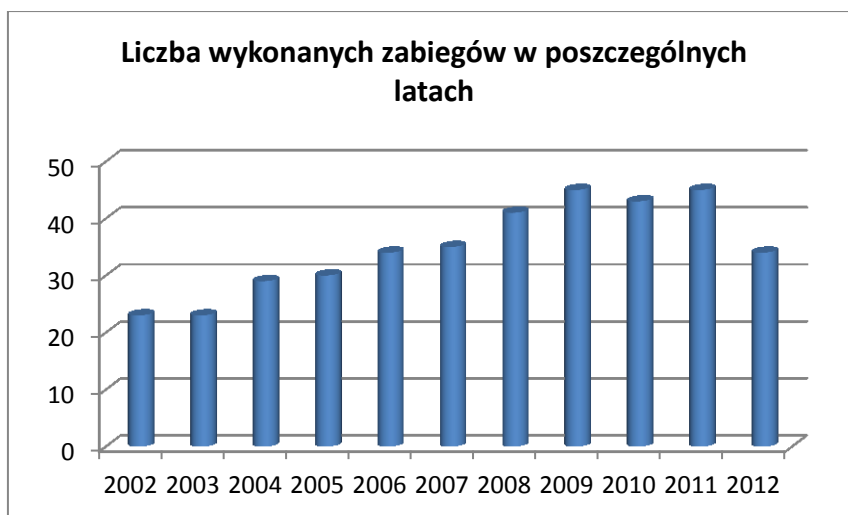


\*Klasyfikacja złamań obojczyka wg Robinsona (na podstawie Robinson CM: Fractures of the clavicle in the adult. Epidemiology and classification. J Bone Joint Surg Br 80: 476-484. 1998)

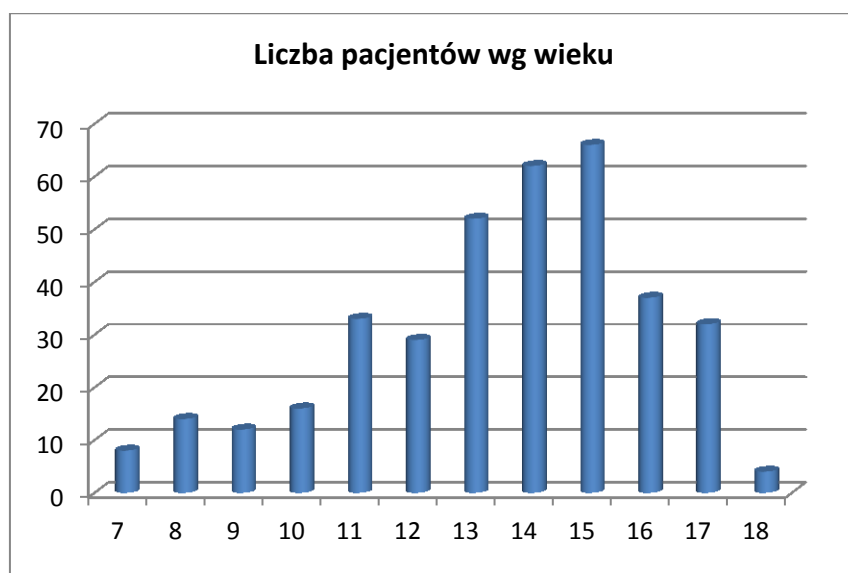
Rycina 15. Algorytm postępowania kwalifikacyjnego w wyborze metody postępowania w złamaniach obojczyka

Wykonywano średnio 36 interwencji rocznie. W opisywanym okresie zaobserwowano tendencję wzrostową dotyczącą liczby wykonywanych zabiegów (Ryc. 16). Rocznie stanowiło to około 5% hospitalizacji z powodu złamań oraz 13% hospitalizacji z powodu leczenia operacyjnego urazów kostno-stawowych.

Do dalszej analizy zakwalifikowano 363 pacjentów z pełną dokumentacją medyczną. Wiek chorych wahał się od 7,6 do 18 roku życia ze średnią 13,6 lat. Rozkład ilościowy pacjentów przypadający na poszczególne grupy wiekowe pokazuje Rycina 17. Pacjenci w wieku od 13 do 15 roku życia stanowili 50% grupy analizowanej.



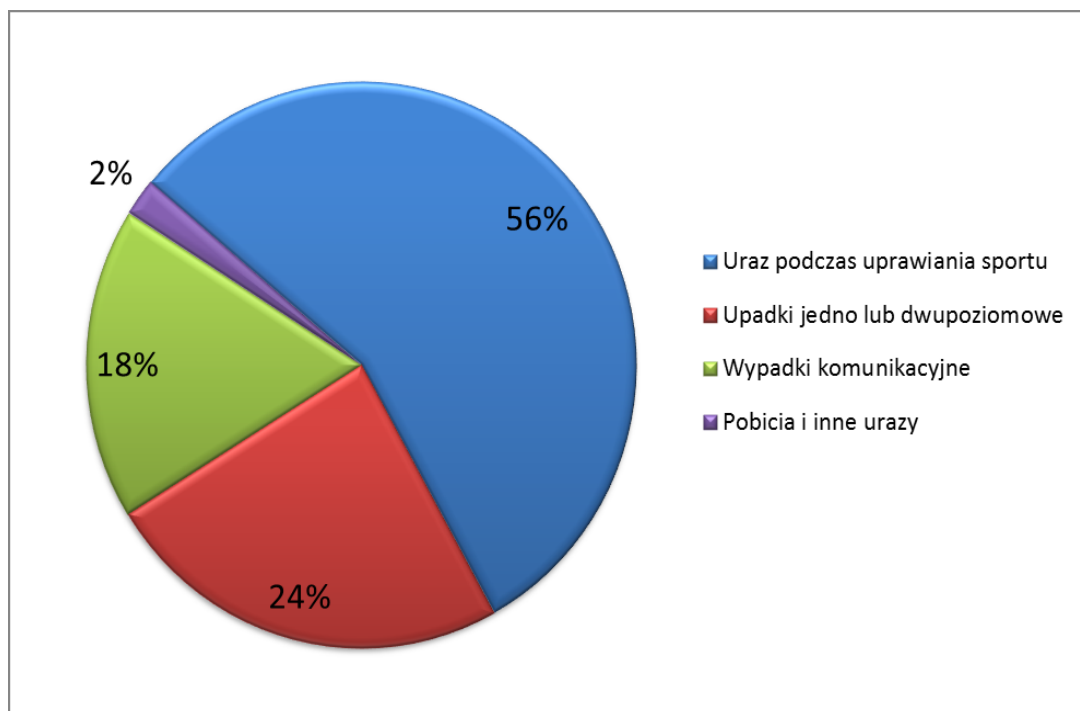
Rycina 16. Liczba wykonywanych operacji złamań obojczyka w latach 2002-2012



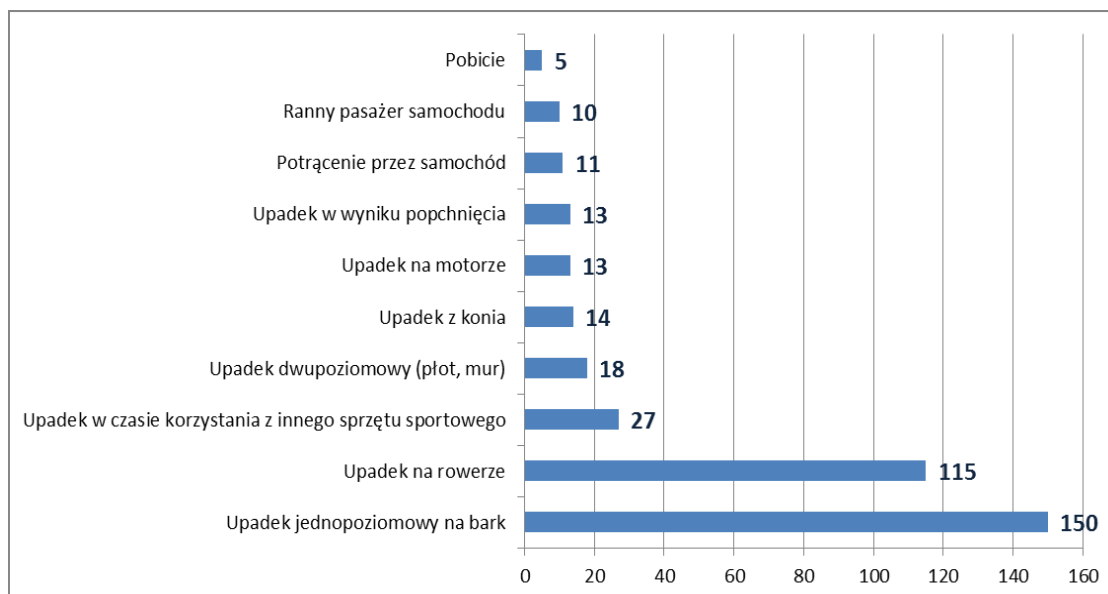
Rycina 17. Liczba pacjentów w poszczególnych grupach wiekowych

Znaczącą przewagę stanowili chłopcy – 70% (n=253), dziewczynki stanowiły 30% (n=110) grupy badanej. Odsetek procentowy dotyczący strony złamania wynosił: prawa strona – 49% (n=184) vs lewa strona – 51% (n=179). W ogólnych przyczynach złamań obojczyka dominowały urazy, do których doszło podczas uprawiania sportów i stanowiły 56% (n=210). Kolejne przyczyny to: przypadkowe upadki jedno- i dwupoziomowe – 24% (n=91), wypadki komunikacyjne – 18% (n=67) oraz pobicia i inne – 2% (n=8) (Ryc. 18). W szczegółowej analizie przyczyn dominowały upadki jednopoziomowe na wyprostowaną kończynę górną lub bezpośrednio na okolicę barkową podczas uprawiania sportu, gier i zabaw – 40% (n=150). Inne przyczyny to: upadki na rowerze – 31 % (n=115), upadki w czasie korzystania z innego sprzętu sportowego – 7% (n=27), upadki z płotu lub

murowy – 5% (n=18), upadki z konia – 4% (n=14), upadki na motorze – 3% (n=13), upadki w wyniku popchnięcia – 3% (n=13), urazy będące wynikiem potrącenia przez samochód – 3% (n=11), urazy doznane jako pasażer samochodu w czasie kolizji – 3% (n=10) oraz w wyniku pobicia – 1% (n=5) (Ryc. 19).



Rycina 18. Przyczyny złamania obojczyka z podziałem uwzględniającym okoliczności urazu



Rycina 19. Szczegółowy wykaz przyczyn złamania obojczyka w ujęciu ilościowym



W większości przypadków złamanie obojczyka było jedynym skutkiem urazu wymagającym interwencji chirurgicznej lub intensywnej opieki lekarskiej. Obrażenia towarzyszące wystąpiły u 17 (4,7%) pacjentów. Do najczęstszych należały urazy głowy i towarzyszące złamania kończyny górnej – szczegółową analizę przypadków przedstawiono w Tabeli 3.

Tabela 3. Charakterystyka urazów towarzyszących złamaniom obojczyka

<b>Obrażenia mózgowiczaszki, wstrząśnienie mózgu</b>	<b>7</b>
<b>Złamania twarzoczaszki</b>	<b>2</b>
<b>Stłuczenie płuca</b>	<b>2</b>
<b>Złamania towarzyszące w obrębie kończyny górnej</b>	<b>3</b>
<b>Złamania żeber</b>	<b>1</b>
<b>Złamania towarzyszące w obrębie kończyny dolnej</b>	<b>1</b>
<b>Złamania miednicy</b>	<b>1</b>
<b>Złamania podstawy czaszki</b>	<b>1</b>
<b>Stłuczenie śledziony</b>	<b>1</b>
<b>Stłuczenie trzustki</b>	<b>1</b>

We wszystkich przypadkach złamanie obojczyka rozpoznawano na podstawie badania przedmiotowego (obrzęk i zniekształcenie okolicy obojczykowej oraz bólowe ograniczenie ruchów biernych i czynnych barku) (Ryc. 21). Badanie to poprzedzone było wywiadem lekarskim (wiek, płeć, okoliczności urazu, choroby współistniejące, wcześniejsze urazy). Rozpoznanie potwierdzano wykonaniem zdjęcia radiologicznego w projekcji przednio-tylnej celowanego na okolicę barkową lub zdjęciem rtg klatki piersiowej z ujęciem obu barków.



Rycina 20. Charakterystyczny guz w okolicy obojczyka wynikający z przemieszczenia odczłupienia bliższego

Wybór metody leczenia wynikał przede wszystkim z wieku pacjenta, typu złamania oraz ewentualnych urazów towarzyszących. Ze względu na brak dedykowanej dzieciom klasyfikacji złamań obojczyka, jako najbardziej przejrzysty i uwzględniający rokowanie, charakter kliniczny oraz morfologiczny, wybrano podział wg Robinsona.

Przyjęto, aby do leczenia operacyjnego ze stabilizacją śródspikową kwalifikować złamania:

- w połowie długości trzonu i końca dalszego obojczyka,
- złamania przemieszczone, złamania ze skróceniem ponad 2 cm i/lub z odłamami pośrednimi,
- złamania powikłane (wkleszczenie tkanek miękkich, ucisk na naczynia i nerwy, uszkodzenie opłucnej, odma, złamania towarzyszące okolicy barku),
- złamania wcześniej leczone zachowawczo, u których nie uzyskano zrostu (Ryc. 21 i 22).



Rycina 21. RTG obojczyka wykazujące przemieszczenie odłamów wraz z opisem skalibrowanego pomiaru



Rycina 22. Staw rzekomy obojczyka lewego – stan po leczeniu zachowawczym przez 6 miesięcy (wiek pacjenta 16 lat)

## 2. Technika zespolenia – opis metody

Wszystkie zabiegi były przeprowadzone w Szpitalu na podstawie ustalonych schematów postępowania. Zabiegi wykonywane były przez różnych lekarzy zespołu chirurgicznego. Ze względu na sposób wprowadzania zespolenia, dla potrzeb analizy, pacjentów podzielono na dwie grupy. Dobór do sposobu zespolenia był losowy i podyktowany preferencjami operatora.

### Grupa A

Stabilizacji zreponowanych odłamów dokonywano drutem Kirschnera odpowiedniej grubości (średnio 2,0 mm). Drut wprowadzany był przezskórnie od strony odłamu proksymalnego z osobnego nacięcia.

### Grupa B

Stabilizacji dokonywano drutem Kirschnera wprowadzonym od strony przełomu złamania do odłamu dystalnego. Drut przeprowadzano przez odłamek dalszy, przebijając kość i skórę na zewnątrz ciała. Wykonywano repozycję odłamów za pomocą kościotrzymaczy a następnie pod kontrolą wzroku drut cofano i wprowadzano do jamy szpikowej odłamu proksymalnego.

Przed zabiegiem u wszystkich pacjentów wykonywano badania laboratoryjne krwi: oznaczenie grupy krwi, morfologii, APTT oraz badanie ogólne moczu. W ramach przygotowania do operacji w znieczuleniu ogólnym opiekunowie wypełniali ankietę, która miała na celu określenie ryzyka znieczulenia ogólnego związanego z chorobami przewlekłymi, wadami wrodzonymi,

alergiami, wcześniejszymi nietolerancjami leków i ewentualnymi wcześniejszymi powikłaniami w czasie znieczulenia.

U wszystkich pacjentów stosowano antybiotykoterapię z użyciem cefalosporyny II generacji (Tarcefandol, *cefamandole* lub Zinacef, *cefuroxime*) średnio przez 3 dni (od 1 do 12 dni). Antybiotykoterapia powyżej 3 dni związana była z leczeniem urazów towarzyszących.

Zabiegi operacyjne przeprowadzano w znieczuleniu ogólnym. Pacjenta układano na stole operacyjnym na plecach. Pomiędzy łopatkami umieszczano wałek, którego zadaniem było uniesienie barku po stronie operowanej ponad powierzchnię stołu. Manewr ten umożliwia łatwiejsze odprowadzeniu dużych przemieszczeń złamanego obojczyka w trakcie zabiegu.

Przygotowany zestaw operacyjny obejmował: narzędzia do wykonania cięcia, preparowania oraz szycia skóry, drut do zespolenia śródspikowego wraz z prowadnicą, kościotrymacze, podważkę ścięgnistą, wiertarkę, obcinarkę, kombinerki do zaginania drutu, ewentualny materiał szewny dla zaopatrzenia odłamów pośrednich (Ryc. 23).

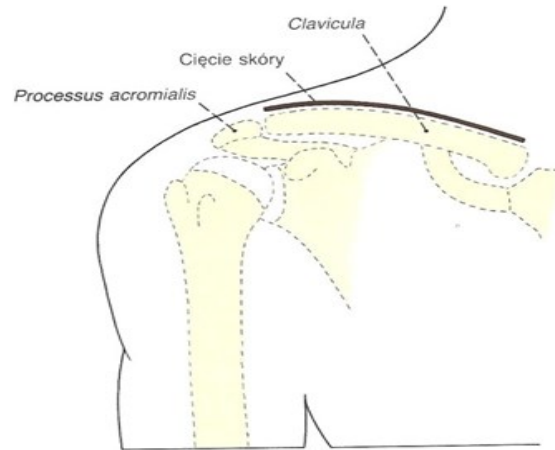


Rycina 23. Przykładowy zestaw narzędzi przygotowany do zespolenia śródspikowego obojczyka

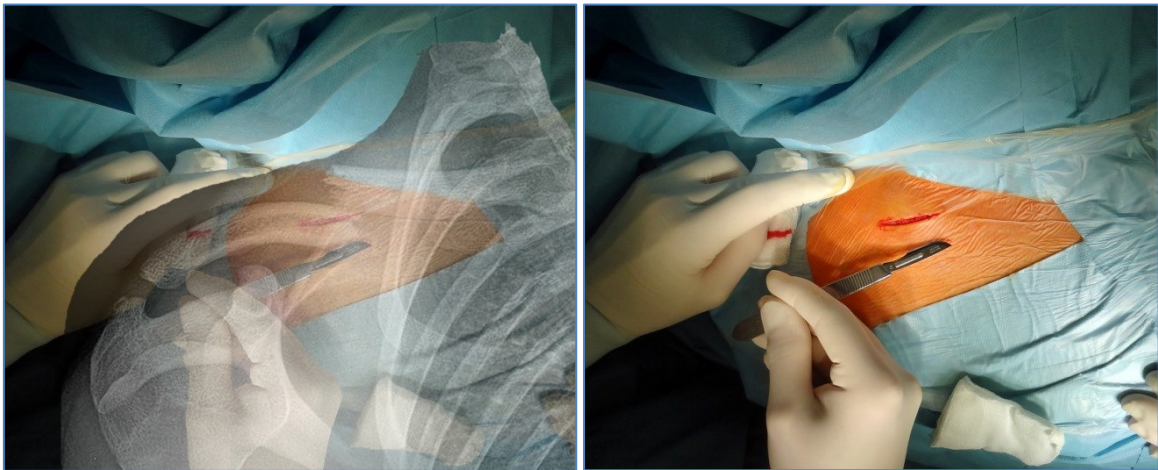
#### Technika śródspikowej stabilizacji operacyjnej złamań obojczyka u pacjentów Grupy A:

Cięcie skórne długości około 2 cm wykonywano wzdłuż linii Langer'a nad linią obojczyka, na wysokości wyczuwalnego przełomu złamania (po wcześniejszej weryfikacji radiologicznej) (Ryc. 24 i 25).



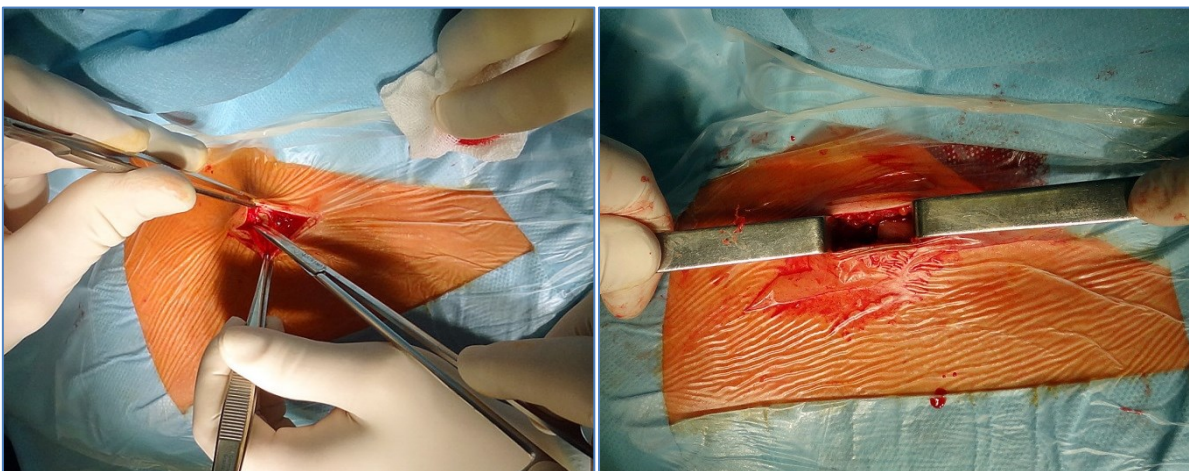


Rycina 24. Schemat linii planowanego cięcia w zależności od umiejscowienia przetomu złamania



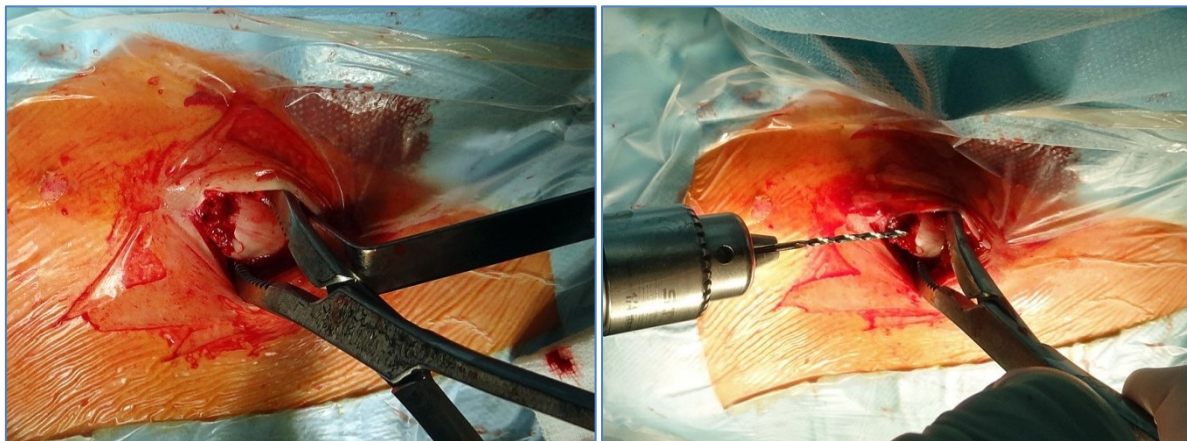
Rycina 25. Cięcie skórne w okolicy wyczuwalnego przetomu złamania w oparciu o radiogram

Po przecięciu powięzi mięśnia szerokiego szyi oraz opróżnieniu krwiaka lokalizowano położenie końców odcinków kostnych (Ryc. 26).



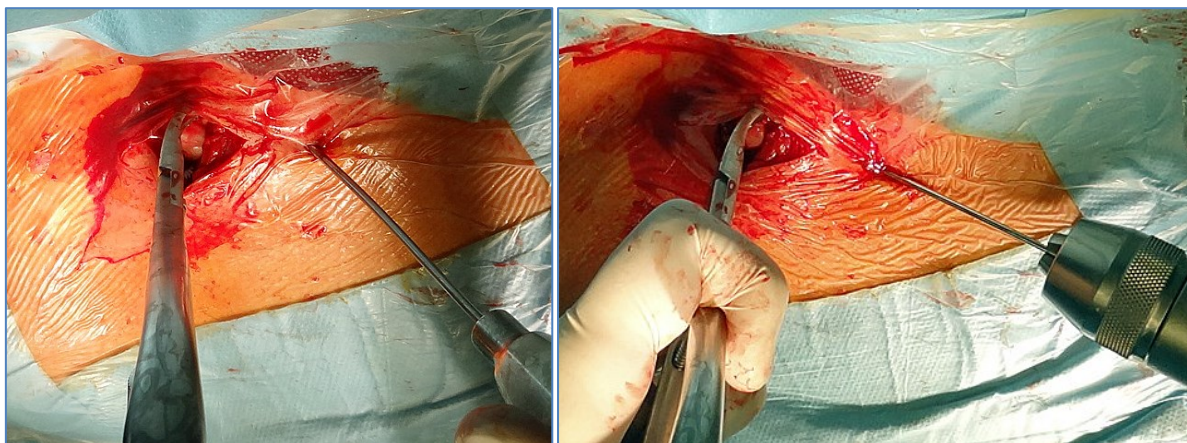
Rycina 26. Lokalizacja odcinków po przecięciu powięzi mięśniowych i opróżnieniu krwiaka

Po uwidocznieniu powierzchni odłamów kostnych najpierw unoszono odłam bliższy za pomocą podważki i kościotrzymacza. Od strony przełomu złamania rozwierano jamę szpikową celem wprowadzenia drutu stabilizującego. W zależności od wieku dziecka średnica wiertła wynosiła od 2,2 mm do 2,5 mm. Długość nawierconego kanału powinna sięgać poza planowane miejsce wprowadzenia drutu (Ryc. 27).



Rycina 27. Nawiercanie otworu dla wprowadzenia drutu śródszpikowego w odłamie bliższym

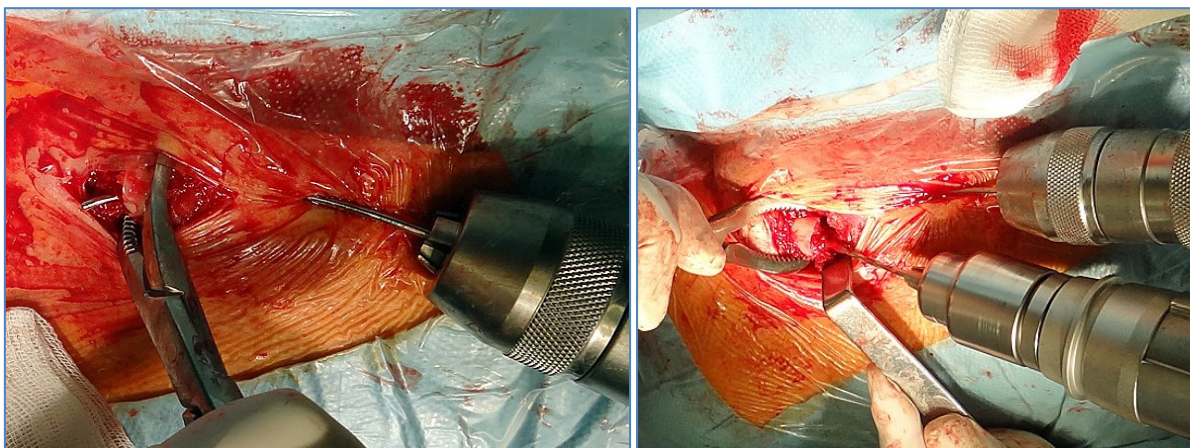
W odległości około 2-3 cm od linii cięcia w kierunku mostka wykonywano małe nacięcie nad trzonem obojczyka. Poprzez nacięcie przy pomocy trokara nawiercano otwór dla wprowadzenia drutu śródszpikowego (średnica stosowanych drutów od 1,8 mm do 2,2 mm, w większości przypadków 2,0 mm). Średnica drutu była dostosowywana do szerokości jamy szpikowej tak, aby drut wprowadzony w celu stabilizacji maksymalnie ją wypełniał. Drut wprowadzano za pomocą ręcznej prowadnicy (Rycina 28).



Rycina 28. Nawiercanie trokarem otworu w odłamie bliższym dla wprowadzenia zespolenia śródszpikowego

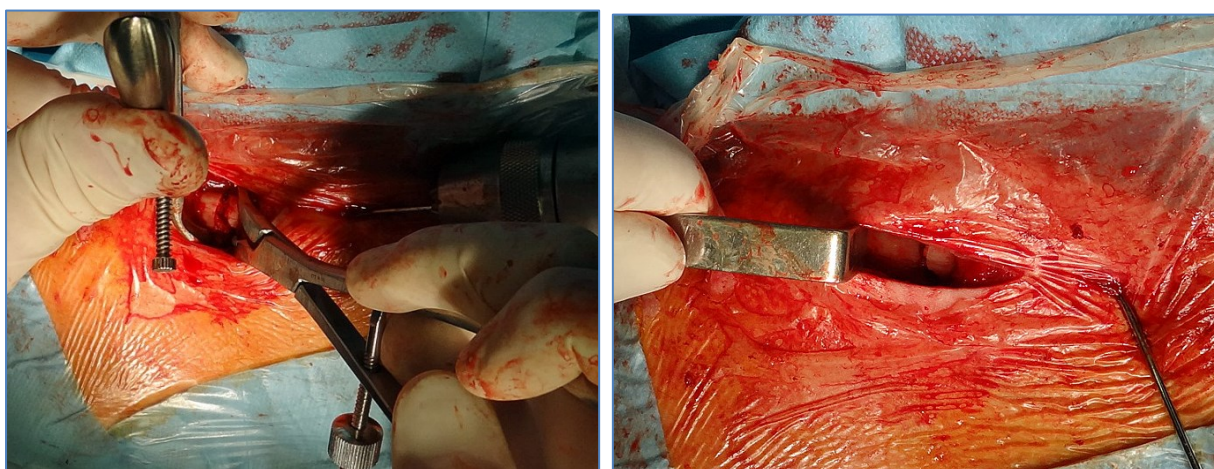


Po przeprowadzeniu drutu zespalającego przez odłam bliższy unoszono za pomocą kościotrzymacza odłam dalszy. Od strony przełomu złamania w odłamie dalszym nawiercano podobny otwór, który służył wprowadzeniu drutu do rozwierzonej jamy szpikowej (Ryc. 29).



Rycina 29. Uwidocznienie i nawiercanie odłamu dalszego

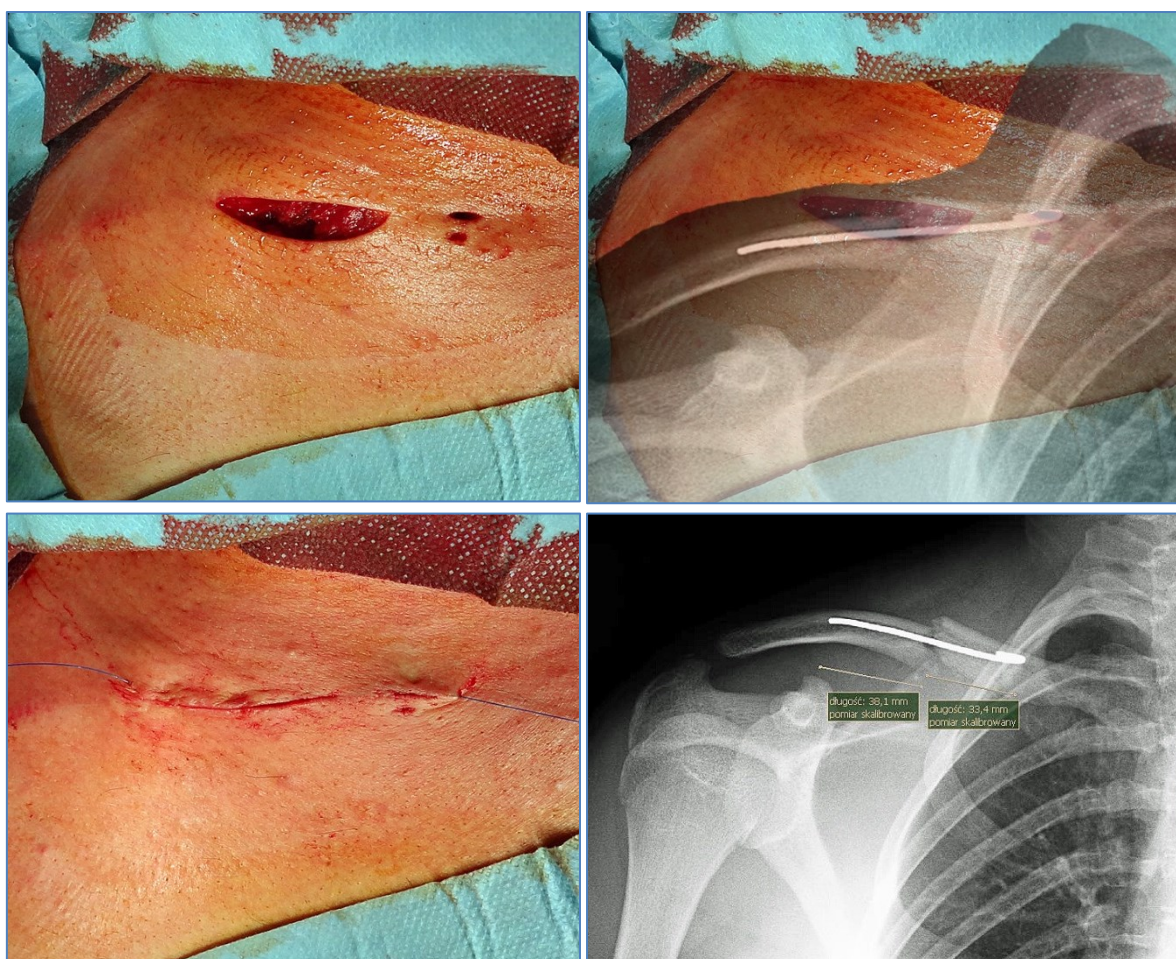
Nastawienie złamania wykonywano sposobem otwartym przy pomocy dwóch kościotrzymaczy. Następnie, od strony odłamu bliższego wprowadzano drut śródszpikowy do odłamu dalszego. Drut wprowadzano wzdłuż nawierconego w jamie szpikowej kanału o długości od 3 do 5 cm. Odłamy kostne ustawiano tak, by uzyskać maksymalną kompresję pomiędzy nimi. W przypadku wolnych odłamów pośrednich mocowano je grubym szwem wchłaniającym obejmującym pełen obwód obojczyka. Przed zagłobieniem końca drutu sprawdzano stabilność zespolenia (Ryc. 30).



Rycina 30. Repozycja i stabilizacja odłamów z uzyskaniem maksymalnej kompresji



Drut stanowiący stabilizację po obcięciu zaginano w pętlę skierowaną ku dołowi i zagłabiano pod skórą. Ranę, po uprzednim wypłukaniu solą fizjologiczną, zamykano warstwowo ze szczególną dbałością o odtworzenie rozerwanej okostnej. Skórę zaopatrywano śródskórnym szwem ciągłym. Każde zespolenie kontrolowano w pierwszej dobie pooperacyjnej radiologicznie – wykonywano zdjęcie w projekcji przednio-tylnej (Ryc. 31). W czasie zabiegu operacyjnego sporadycznie korzystano z podglądu radiologicznego. Miało to miejsce tylko w przypadkach złamań wieloodłamowych.

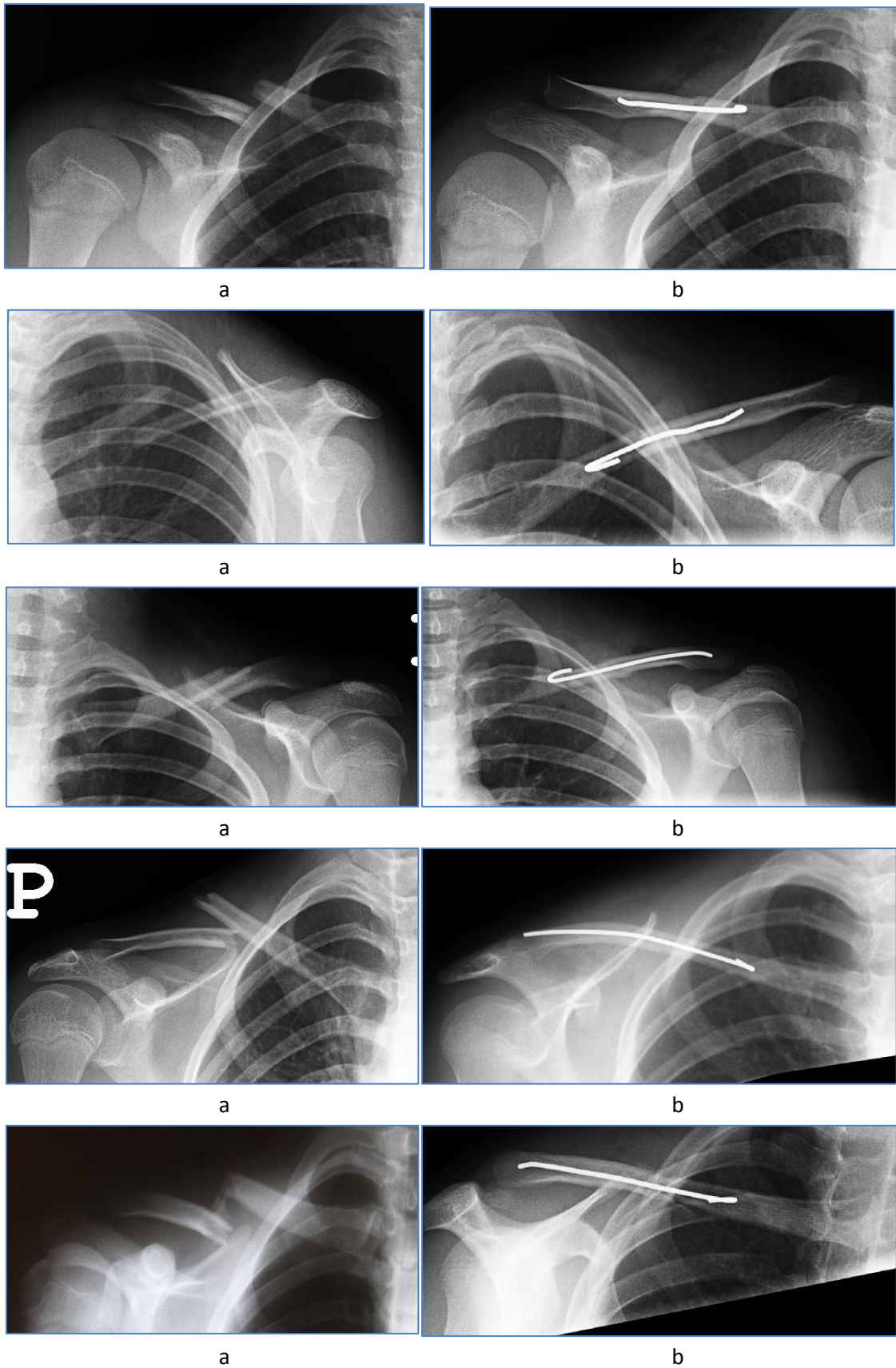


Rycina 31. Zamknięcie rany po zespoleniu i weryfikacja ustawienia odłamów

W postępowaniu pooperacyjnym stosowano miękkie unieruchomienie typu Desaulta przez okres 2 do 4 tygodni, w zależności od wieku dziecka i typu złamania. Dłuższy okres unieruchomienia był zarezerwowany dla złamań typu 2B2 i 3B2.

Na Rycinie 32 przedstawiono przykładowe radiogramy pacjentów przed otwartą repozycją i po zastosowaniu stabilizacji śródszpikowej.





Rycina 32. Przykładowe radiogramy ustawienia odłamów przed repozycją (a) i po stabilizacji wewnątrzszpikowej (b)

U większości pacjentów (n=347, 95%) zespolenia dokonywano w wyżej opisany sposób (Ryc. 32).

### Technika śródszpikowej stabilizacji operacyjnej złamań obojczyka u pacjentów Grupy B:

W niewielkiej grupie pacjentów zastosowano odmienny sposób wprowadzania materiału zespalającego. Technika odślonięcia szpary złamania nie różniła się. Od strony przełomu złamania rozwiercano jamę szpikową zarówno odłamu bliższego i dalszego. Drut zespalający wprowadzano do odłamu dalszego przebijając warstwę korową w obrębie górnej powierzchni obojczyka a następnie wyprowadzano go na skórę do momentu całkowitego pogrążenia jego drugiego końca w odłamie dalszym. Nastawienie złamania wykonywano podobnie: sposobem otwartym przy pomocy dwóch kościotrzymaczy. Stabilizacja następowała przez wsteczne przeprowadzenie drutu od strony odłamu dalszego do nawierconego w jamie szpikowej odłamu bliższego kanału na długości od 3 do 5 cm. Nadmiar wystającego ponad skórą drutu zespalającego obcinano. Pozostały fragment zaginano i zagłabiano pod skórą. Dalsze postępowania operacyjne i pooperacyjne nie różniło się od postępowania w Grupie A.

### **3. Metody oceny leczenia**

Jako podstawowe kryterium końcowego wyniku leczenia, zgodnie z piśmiennictwem<sup>95, 96, 97,</sup>  
<sup>98</sup> przyjęto następujące definicje:

- zrost kostny: uzyskanie prawidłowych wykładników przebudowy kostnej w obrębie kostniny przy braku widocznej linii złamania, potwierdzone radiologicznie i klinicznie do 16 tygodni od urazu,
- zrost opóźniony: przedłużający się proces przebudowy kostnej powyżej 16 tygodni z końcowym prawidłowym wynikiem radiologicznym i klinicznym,
- brak zrostu: brak postępu w gojeniu się złamania bez widocznych szans na zagojenie po 6 miesiącach od urazu,
- powikłanie leczenia: brak zrostu kostnego, zrost opóźniony, przebicie skóry przez materiał zespalający, deformacja zespolenia oraz nadmierne kostnie.

Wyniki leczenia porównano pomiędzy grupami A i B.

Dla określenia uniwersalności metody otwartej repozycji złamania obojczyka z następczą stabilizacją wewnątrzszpikową dokonano próby określenia czynników mogących mieć wpływ na efekt leczniczy. Dokonano analizy wpływu staranności wykonania zespolenia oraz innych czynników (typ złamania oraz wiek pacjenta) na częstość występowania powikłań.

Postanowiono, dla określenia niezależnych czynników predylekcyjnych związanych z ryzykiem powikłań, ograniczyć analizowaną grupę pod względem wieku.

Przyjęto, że gojenie złamań obojczyka u dzieci poniżej dziesiątego roku życia nawet przy przemieszczeniu odłamów zwykle następuje bez powikłań. Pacjenci, u których zabieg wykonywano poniżej tej granicy wiekowej posiadali dodatkowe wskazania wynikające z urazów towarzyszących lub chorób współistniejących. Ponieważ przesłanki te nie powinny mieć wpływu na proces gojenia i związane były głównie z optymalizacją unieruchomienia, do dalszej oceny zakwalifikowano chorych z ukończonym dziewiątym rokiem życia. Aby uniknąć wpływu metody leczenia, analizowaną grupę ograniczono do pacjentów, u których zespolenie odbywało się od strony odłamu proksymalnego (Grupa A).

U wszystkich pacjentów zakwalifikowanych do oceny wyników leczenia cały proces diagnostyczno-terapeutyczny odbył się w Szpitalu. Ocenę przeprowadzono na podstawie i przy wykorzystaniu:

- badania przedmiotowego i podmiotowego pacjenta podczas przyjęcia na oddział chirurgii dziecięcej (zarówno w trybie ostrodyżurowym do operacyjnego zaopatrzenia złamania, jak i planowo do usunięcia zespolenia)
- dokumentacji medycznej z obu wyżej wymienionych pobytów
- analizy zdjęć radiologicznych wykonywanych w projekcji przednio-tylnej trzykrotnie:
  - po urazie
  - po wprowadzeniu zespolenia
  - po zagojeniu się złamania
- międzynarodowej skali RAND-36 oceniającej jakość życia (skala została zaadaptowana do warunków polskich)

- wystandaryzowanego systemu punktacji UCLA oceniającego wydolność stawu barkowego – tę ocenę przeprowadzono na podstawie ankiet i badania klinicznego w wybranej grupie pacjentów (n=44).<sup>99,100,101</sup>

### **3.1. Metody oceny zdjęć radiologicznych obojczyka w projekcji przednio-tylnej**

Poddano ocenie obrazy radiologiczne obojczyka (w formacie analogowym lub cyfrowym) w projekcji AP wykonywane:

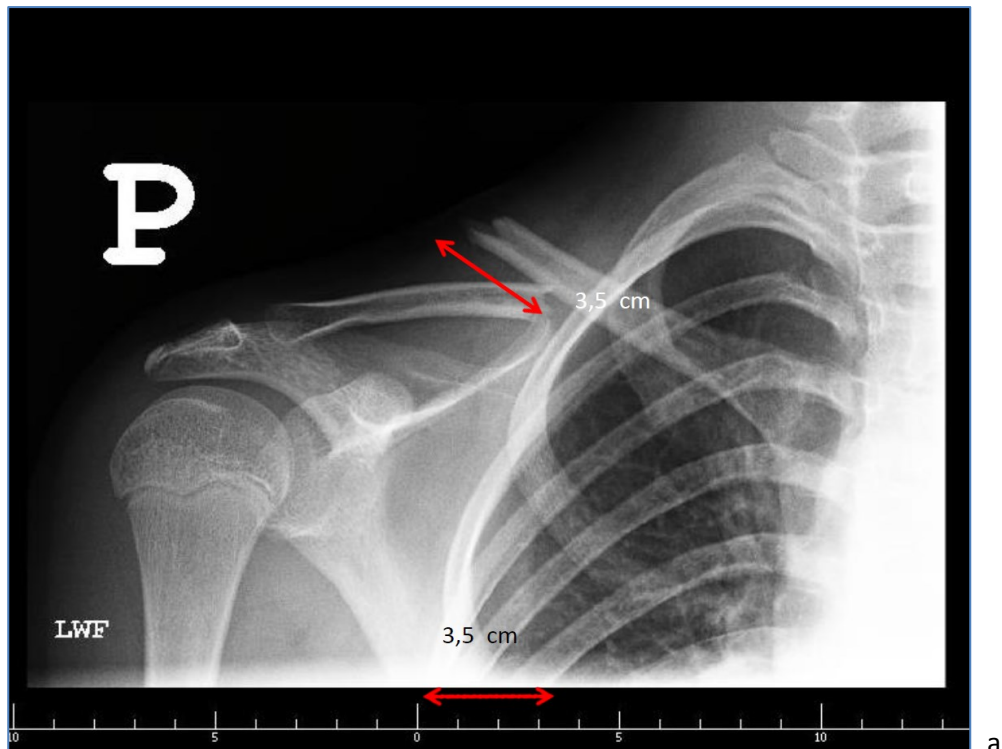
- bezpośrednio po złamaniu
- po stabilizacji złamania
- po zagojeniu się złamania

Wszystkie zdjęcia opisane były przez specjalistów radiologii z Zakładu Diagnostyki Obrazowej tutejszego Szpitala (kierownik: dr Iwona Żerańska). Dla potrzeb pomiarów zdjęcia analogowe zostały sfotografowane przy użyciu tego samego aparatu cyfrowego i przekształcone na komputerze do formatu cyfrowego przy użyciu ogólnie dostępnego programu graficznego GIMP 2.8.14 (GNU Image Manipulation Program, <http://www.gimp.org/downloads/>).

#### **3.1.1. Obrazy radiologiczne po urazie obojczyka**

Analiza obrazów radiologicznych była podstawą kwalifikacji pacjenta do leczenia operacyjnego. Złamania klasyfikowano wg podziału Robinsona. Zgodnie z przyjętym algorytmem postępowania do zabiegu kwalifikowano złamania z przemieszczeniem odłamów (typ 2B i 3B).

- 1) Przemieszczenie na podstawie obrazów radiologicznych określano jako brak styku odłamów i przesunięcie ich względem siebie o więcej niż grubość trzonu obojczyka lub/i odległość pomiędzy nimi  $\geq$  niż 2 cm (typ 2B1 oraz 3B1) (Ryc. 33).<sup>102</sup>



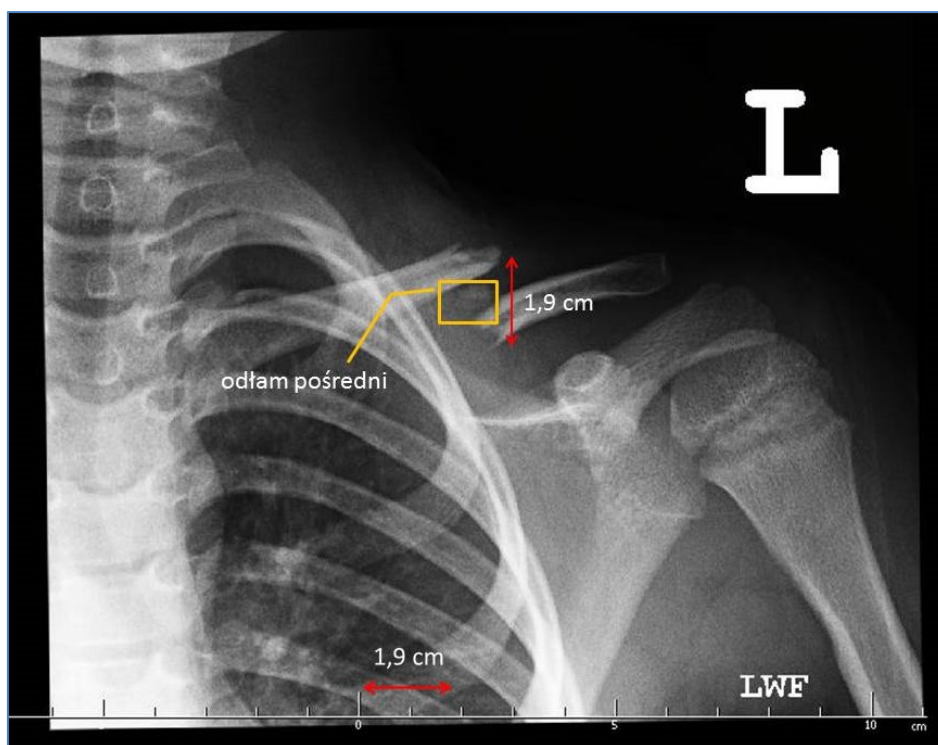
a



b

Rycina 33. Określenie przemieszczenia odłamów kostnych obojczyka (typ 2B1): sposobem manualnym (a) z wykorzystaniem pomiaru skalibrowanego (b)

- 2) Do złamań przemieszczonych zaliczono również wszystkie złamania z odłamami pośrednimi (typ 2B2 oraz 3B2) (Ryc. 34).



Rycina 34. Określanie zakresu przemieszczenia odłamów obojczyka oraz odłamu pośrodkowego (typ 2B2)

### 3.1.2. Obrazy radiologiczne po wprowadzeniu zespolenia śródszpikowego

U wszystkich pacjentów wykonywano zdjęcie radiologiczne obojczyka po zespoleniu. Zdjęcie wykonywano w pierwszej dobie pooperacyjnej. Oceniano je pod względem prawidłowości wykonania metody zespolenia. Ocena obejmowała położenie i długość drutu stabilizującego w stosunku do grubości kości i rodzaju złamania, a także średnicę użytego zespolenia w stosunku do szerokości kanału szpikowego.

Zdefiniowano i poddano ocenie trzy obszary prawidłowości zespolenia jednocześnie określając możliwe błędy w stosowanej stabilizacji operacyjnej (Ryc. 35, 36, 37):

1) Prawidłowość wypełnienia kanału szpikowego.

Zespolenie oceniano jako prawidłowe przy wypełnieniu przez materiał zespalający kanału szpikowego przynajmniej w 50% (zakres średnicy drutów śródszpikowych od 1,8 mm do 2,2 mm). Brak odpowiedniego wypełnienia kanału szpikowego przez drut stabilizujący oceniono jako zespolenie nieprawidłowe.

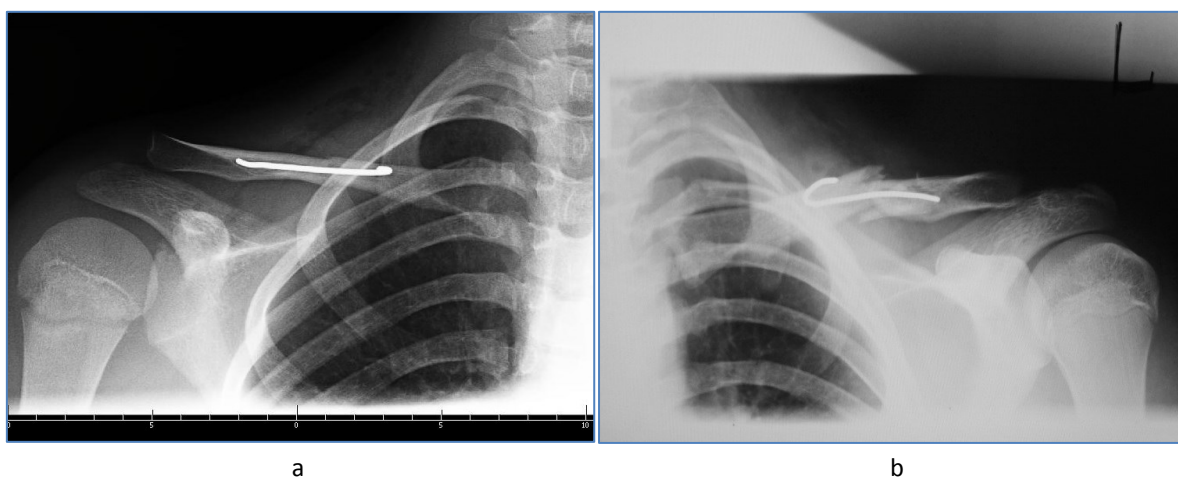
2) Prawidłowość położenia materiału zespalającego względem kanału szpikowego.



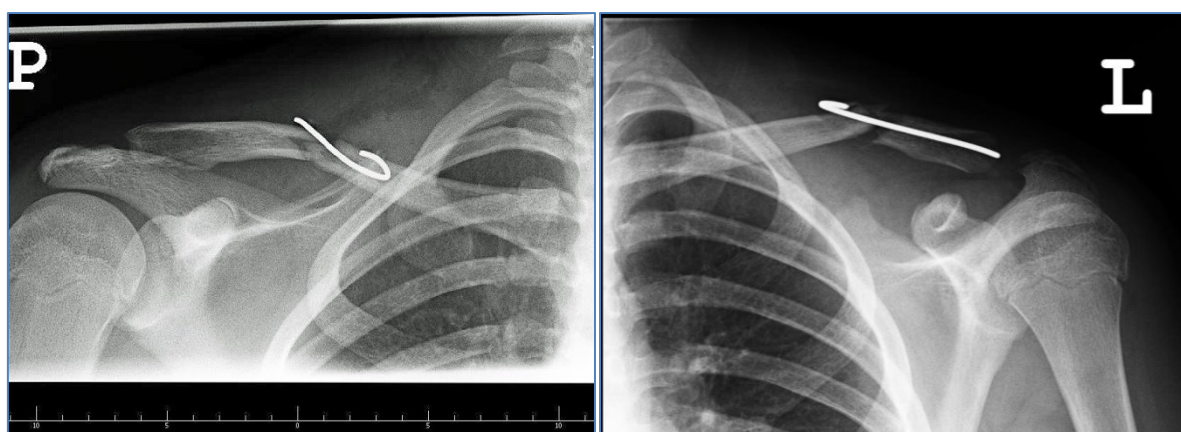
Jako prawidłowe położenie materiału oceniano usytuowanie drutu w kanałach szpikowych obu odłamów wraz z odpowiednią długością drutu śródszpikowego zapewniającego ich stabilizację. Jako nieprawidłowe położenie definiowano przypadki, w których drut znajdował się poza któryś z zespolonych odłamów oraz kiedy długość drutu w odłamie lub miejsce jego wprowadzenia do odłamku nie zapewniały odpowiedniej stabilizacji.

### 3) Prawidłowość kompresji odłamów.

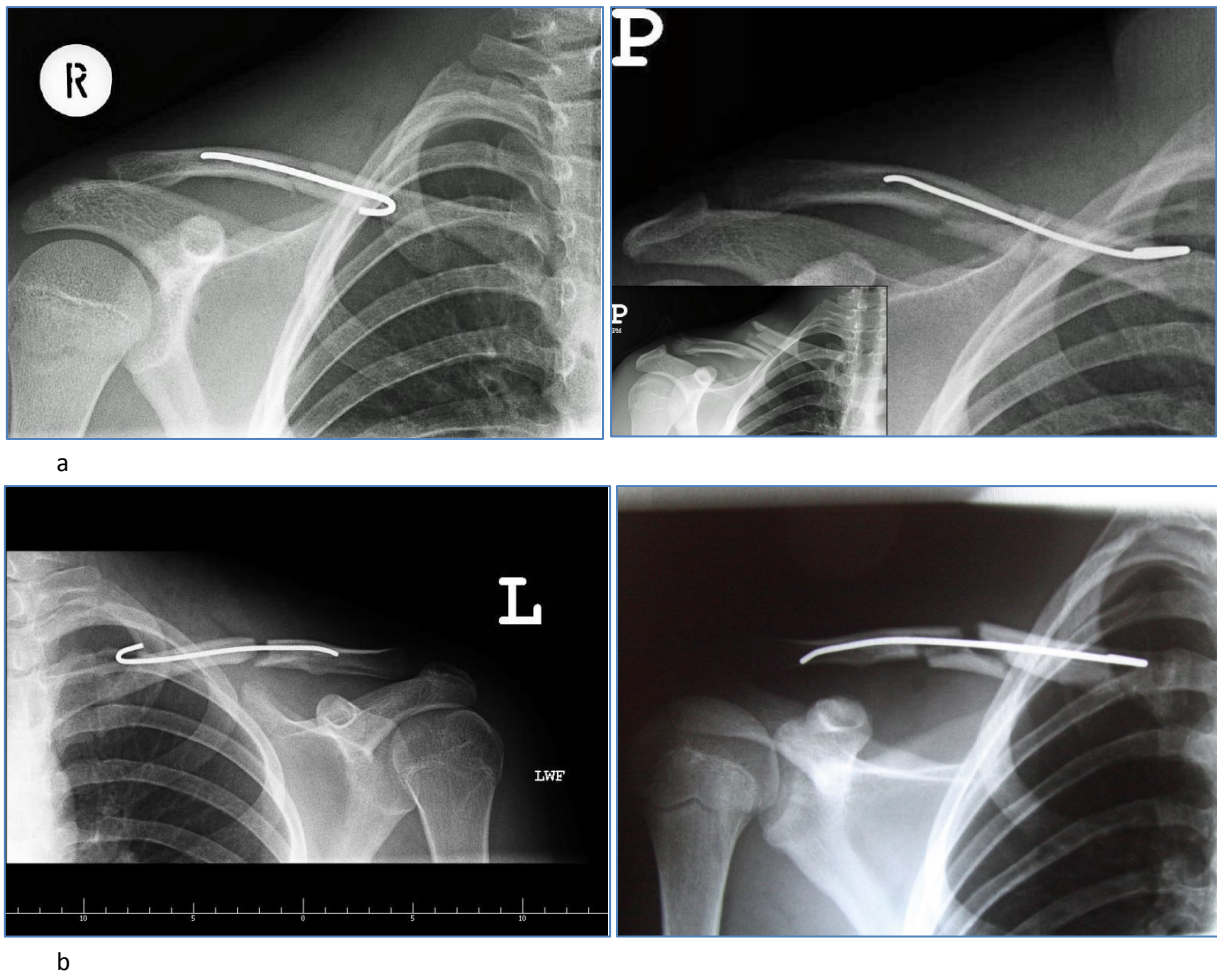
Jako prawidłową kompresję określano sytuację, gdzie stabilizacja śródszpikowa zapewniała styk odłamów na całej powierzchni przełomu złamania. Do określenia poprawności kompresji przyjęto dwa stopnie: prawidłowa lub niepełna.



Rycina 35. Ocena zespolenia: zespolenie prawidłowe pod względem grubości, długości i położenia w jamie szpikowej obojczyka (a), zbyt mała średnica drutu zespalającego (b)



Rycina 36. Ocena prawidłowości zespolenia - nieprawidłowe położenie drutu w odniesieniu do zespalanych odłamów



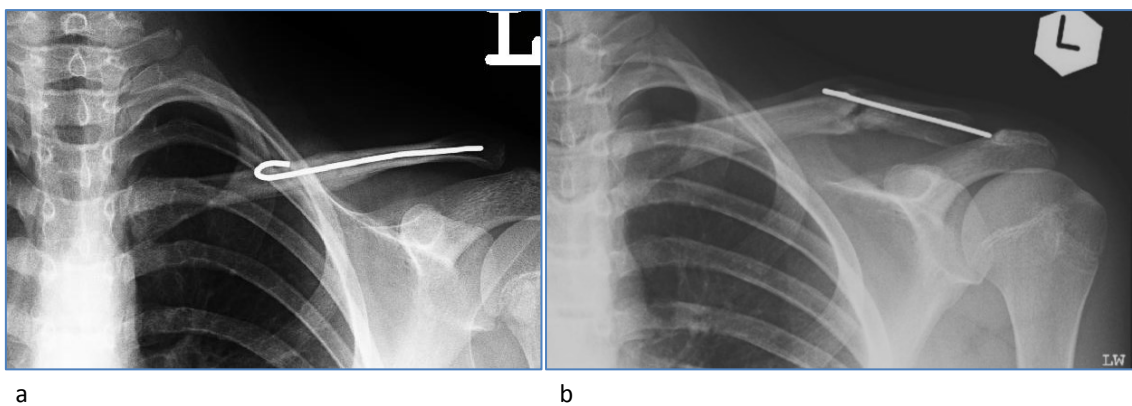
Rycina 37. Ocena kompresji odciałów: kompresja prawidłowa (a), niepełna kompresja (b)

### 3.1.3. Obrazy radiologiczne po wygojeniu złamania

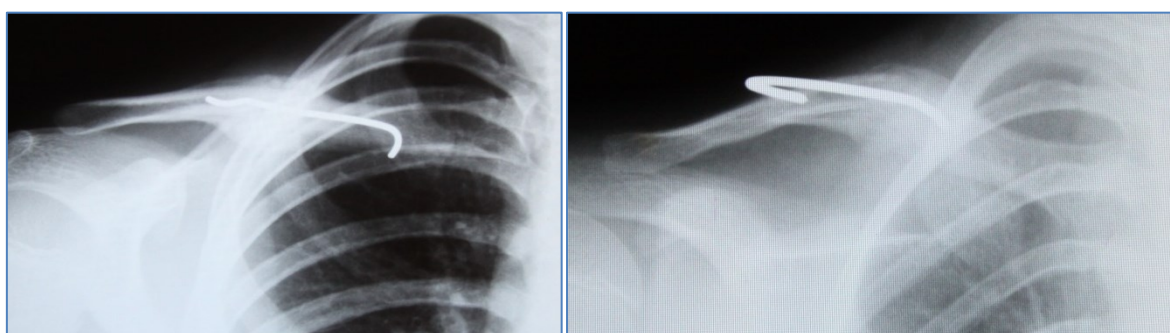
Do usunięcia stabilizacji wewnątrzszpikowej i zakończenia procesu terapeutycznego kwalifikowano dzieci z zagojonymi złamaniami. Wszyscy pacjenci zakwalifikowani do oceny na tym etapie leczenia mieli wykonane badanie radiologiczne tuż przed usunięciem zespolenia. Zdjęcia RTG były oceniane pod względem:

- prawidłowości zrostu (złamanie zagojone lub nie) (Ryc. 38)
- zwiększonego kostnienia – przebudowę kostną w miejscu złamania w postaci zwiększonego odczynu kostnego utrzymującego się w sposób trwały i przekraczającego dwukrotnie średnicę trzonu w miejscu zdrowym lub w obojczyku po stronie przeciwnej uznano jako względne powikłanie kosmetyczne (Ryc. 39)
- stanu materiału zespalającego – zagięcie lub pęknięcie gwoźdźca zespalającego (Ryc. 40)

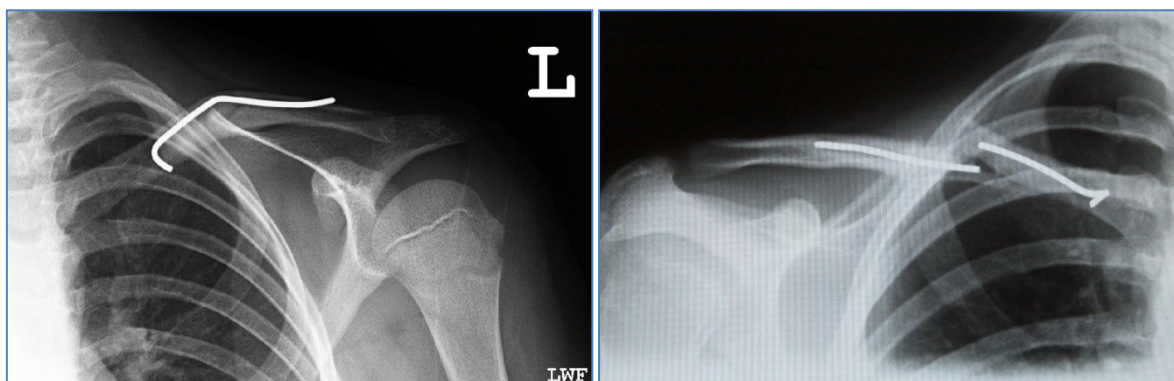




Rycina 38. Ocena gojenia złamania obojczyka: prawidłowo zagojone (a) oraz braku zrostu (b)



Rycina 39. Zniekształcenie obojczyka spowodowane zwiększonym kostnieniem



Rycina 40. Zniekształcenie lub pęknięcie materiału zespalającego

### 3.2. Ocena jakości życia według kwestionariusza RAND-36

Po zakończeniu leczenia u części pacjentów dokonano oceny jakości życia posługując się kwestionariuszem RAND-36. Jest to jeden z najczęściej używanych kwestionariuszy, wystandaryzowany i obiektywny, służący do opisu aktywności fizycznej oraz funkcjonowania w społeczeństwie. Jest ogólnie dostępny i nie wymaga wykupienia osobnej licencji ([www.rand.org](http://www.rand.org)).

Kwestionariusz złożony jest z 36 pytań mających pokazać subiektywną ocenę stanu zdrowia pacjenta w aspekcie swoich własnych ograniczeń. Bierze on pod uwagę różnice kulturowe, społeczne i pojęciowe pomiędzy populacjami poszczególnych krajów. Pytania zawarte w formularzu pozwalają na ocenę ośmiu wskaźników jakości życia zawartych w dwóch obszarach: fizycznym (ang. *Physical Health*) i psychicznym (ang. *Mental Health*). Treść oryginalnych pytań zawartych w kwestionariuszu została przystosowana do warunków polskich w celu uniknięcia różnic pojęciowych i kulturowych, które mogłyby wpływać na sposób udzielania odpowiedzi (Ryc. 41 i 42).<sup>100</sup>

Imię i nazwisko \_\_\_\_\_ Data \_\_\_\_\_

**Ocena jakości życia RAND-36**

Kwestionariusz zawiera różnorodne pytania na temat twojego zdrowia i jakości życia. Proszę udzielić odpowiedzi na poniższe pytania według swojego odczucia.

1. Generalnie możesz powiedzieć, że stan twojego zdrowia jest:

Doskonały     Bardzo dobry     Dobry     Zadowalający     Niezadowalający

2. Jak oceniasz stan swojego zdrowia w porównaniu z analogicznym okresem ubiegłego roku?

Dużo lepiej niż rok temu     Trochę lepiej niż rok temu     Bardzo podobnie jak rok temu     Trochę gorzej niż rok temu     Dużo gorzej niż rok temu

3. Poniżej wymieniono w punktach czynności wykonywane zazwyczaj w ciągu dnia. Czy aktualnie Twoje zdrowie ogranicza Twoją możliwość ich wykonywania? Jeżeli tak, to jak bardzo?

Czynność	Bardzo ogranicza	Trochę ogranicza	Nie ogranicza wcale
a. Czynność wymagające energii, takie jak: bieganie, podnoszenie ciężarów, uczestniczenie w sportach wymagających dużego zaangażowania			
b. czynności o umiarkowanej trudności, takie jak: przesuwanie stołu, odkurzenie, gra w kregle lub inna			
c. podnoszenie lub dzwiganie zakupów			
d. pokonywanie kilku pięter schodów			
e. pokonywanie jednego piętra schodów			
f. schyłanie się lub przykłęknięcie			
g. spacer dłuższy niż 1 km			
h. spacer ok. 500 m			
i. spacer ok. 100 m			
j. kąpiel lub ubieranie się			

4. Czy w ostatnim miesiącu miałeś(-aś) problemy codzienną aktywnością, które wynikały ze stanu zdrowia i powodowały:

	Tak	Nie
a. konieczność skrócenia czasu pracy lub innych czynności		
b. gorsze samopoczucie niż oczekiwałeś(-aś)		
c. ograniczenie w rodzaju wykonywanej pracy lub innych czynności		
d. wystąpienie utrudnień w wykonywaniu pracy lub innej czynności		

5. Czy w ciągu ostatniego miesiąca miałeś(-aś) problemy związane z wykonywaną pracą lub czynnościami wynikającymi z problemów emocjonalnych (np. poczucie depresji, zdenerwowanie)?

	Tak	Nie
a. skrócenie czasu wykonywanej pracy lub innej czynności		
b. osiągnięcia (rezultaty) mniejsze, niż oczekiwałeś(-abyś)		
c. niemożność wykonywania pracy lub innej czynności tak starannie jak zwykle		

Rycina 41. Kwestionariusz RAND-36 - strona 1

6. Czy w ciągu ostatniego miesiąca twoje problemy zdrowotne lub emocjonalne miały wpływ na zwyczajne czynności, kontakty z rodziną, przyjaciółmi, sąsiadami lub innymi grupami?

Nie, wcale     Rzadko     Czasami     Nawet bardzo     Bardzo duży

7. Ile razy odczuwałeś(-aś) ból w ciągu ostatniego miesiąca?

Nigdy     Bardzo rzadko     Rzadko     Wyjątkowo     Często     Bardzo często

8. Jak często w ciągu ostatniego miesiąca ból zakłócił Twoją normalną pracę (szkolną i domową)?

Wcale     Trochę     Średnio     Nawet bardzo     Bardzo

9. Poniższe pytania dotyczą Twojego samopoczucia w ciągu ostatniego miesiąca. Na każde pytanie proszę udzielić jednej odpowiedzi najbardziej zbliżonej do stanu faktycznego. Ile razy wystąpił dany objaw w ciągu ostatniego miesiąca?

	Cały czas	Dużo czasu	Mało czasu	Większość czasu	Jakiś czas	Wcale
a. byłeś(-aś) pełen(-na) animuszu						
b. byłeś(-aś) bardzo zdenerwowany						
c. czułeś(-aś) się nic nie wart(-a) i nic nie było w stanie cię pocieszyć						
d. byłeś(-aś) wyciszony(-a) i spokojny(-a)						
e. byłeś(-aś) pełen(-na) energii						
f. byłeś(-aś) załamany(-a) i smutny(-a)						
g. czułeś(-aś) się zmarnowany(-a)						
h. byłeś(-aś) szczęśliwy(-a)						
i. byłeś(-aś) zmęczony(-a)						

10. Jak często w ciągu ostatniego miesiąca Twoje zdrowie fizyczne lub stan emocjonalny wpływały na kontakty towarzyskie (spotkania z rodziną i kolegami)?

Cały czas     Większość czasu     Część czasu     Mało czasu     Wcale

11. Jak bardzo prawdziwe lub fałszywe są według Ciebie poniższe stwierdzenia?

	Szczególnie prawdziwe	Czasami prawdziwe	Nie wiem	Czasami fałszywe	Szczególnie fałszywe
a. uważam, że stan mojego zdrowia jest lepszy niż innych osób, które znam					
b. jestem zdrowszy od innych osób, które znam					
c. przypuszczam, że stan mojego zdrowia ulegnie pogorszeniu					
d. stan mojego zdrowia jest doskonały					

Rycina 42. Kwestionariusz RAND-36 - strona 2

Oceny ilościowej dokonuje się na podstawie 36 pytań przyporządkowanych do ośmiu wcześniej wspomnianych wskaźników. Uzyskana punktacja zawiera się w skali od 0 do 100 punktów, gdzie 100 oznacza wynik najlepszy.<sup>103</sup>

Lista wskaźników:

- 1) Ogólne poczucie zdrowia (ang. *General Health, GH*) – ocena własnego stanu zdrowia w odniesieniu do innych osób oraz do sytuacji sprzed roku. Kategoria złożona z 6 pytań. Pytania w kwestionariuszu: 1, 2, 11a - 11d

- 2) Witalność (ang. *Vitality, V*) – ocena podejścia do życia, energii życiowej, a także zmęczenia i frustracji. Kategoria złożona z 4 pytań. Pytania w kwestionariuszu: 9a, 9e, 9g, 9i
- 3) Poczucie zdrowia psychicznego (ang. *Mental Health, MH*) – ocena stopnia zdenerwowania, przygnębienia, depresyjności, smutku, nerwowości. Kategoria złożona z 5 pytań. Pytania w kwestionariuszu: 9b, 9c, 9d, 9f, 9h
- 4) Sprawność fizyczna (ang. *Physical Function, PF*) – ocena poziomu sprawności fizycznej. Kategoria złożona z 10 pytań. Pytania w kwestionariuszu: 3a - 3j
- 5) Dolegliwości bólowe (ang. *Bodily Pain, BP*) – ocena obecności i poziomu bólu. Kategoria złożona z 2 pytań. Pytania w kwestionariuszu: 7, 8
- 6) Ograniczenia czynności osobistych wynikające ze zdrowia fizycznego (ang. *Role – Physical, RP*) – ocena wpływu zdrowia fizycznego na codzienną aktywność. Kategoria złożona z 4 pytań. Pytania w kwestionariuszu: 4a - 4d
- 7) Ograniczenia czynności osobistych i zawodowych wynikające ze zdrowia psychicznego (ang. *Role – Emotional, RE*) – ocena wpływu zdrowia psychicznego na codzienną aktywność. Kategoria złożona z 3 pytań. Pytania w kwestionariuszu: 5a - 5c
- 8) Funkcjonowanie w społeczeństwie (ang. *Social Functioning, SF*) – ocena relacji z otoczeniem przez pryzmat zdrowia fizycznego i psychicznego. Kategoria złożona z 2 pytań. Pytania w kwestionariuszu: 6, 10

Analiza wyników pozwoliła uzyskać punktację w postaci liczbowej, zarówno całościową, jak i w obrębie poszczególnych wskaźników. Podstawowa analiza dotyczyła oceny jakości życia w obrębie sfery zdrowia fizycznego (ang. *Physical Health*): PF, RP, BP, GH oraz w obrębie sfery psychicznej (ang. *Mental Health*): VT, SF, RE, MH. Dokonano porównania uzyskanych danych z wynikami standardowymi na podstawie wybranego piśmiennictwa.

### 3.3. Ocena funkcji barku na podstawie punktacji UCLA

Oceny funkcji barku dokonano w pięciu kategoriach, którym przyporządkowano określone ilości punktów (Tab. 4).<sup>104</sup>

Tabela 4. Ocena funkcji barku wg punktacji UCLA

1. Ból

Obecny przez cały czas, nie do zniesienia; częste stosowanie silnych leków przeciwbólowych	1
Obecny przez cały czas, ale do zniesienia; stosowanie silnych leków przeciwbólowych od czasu do czasu	2
W spoczynku brak lub niewielki, obecny przy wykonywaniu lekkich czynności; częste stosowanie słabszych leków przeciwbólowych (salicylany)	4
Obecny podczas ciężkiego wysiłku lub szczególnych czynności; stosowanie słabszych leków przeciwbólowych od czasu do czasu	6
Rzadko, lekki	8
Brak	10

2. Funkcja

Brak możliwości używania kończyny	1
Możliwe tylko lekkie czynności kończyną	2
Możliwe wykonywanie lżejszych prac domowych lub większości czynności życia codziennego	4
Możliwe wykonywanie większości prac domowych, zakupów, prowadzenia samochodu; możliwe czesanie, ubieranie i rozbieranie się (zapinanie stanika)	6
Niewielkie ograniczenie czynności, możliwa praca z unoszeniem ramion powyżej barków	8
Normalna czynność barku	10

3. Czynne zgięcie przednie

150° lub więcej	5
120° – 150°	4
90° – 120°	3
45° – 90°	2
30° – 45°	1
mniej niż 30°	0

4. Siła zgięcia przedniego

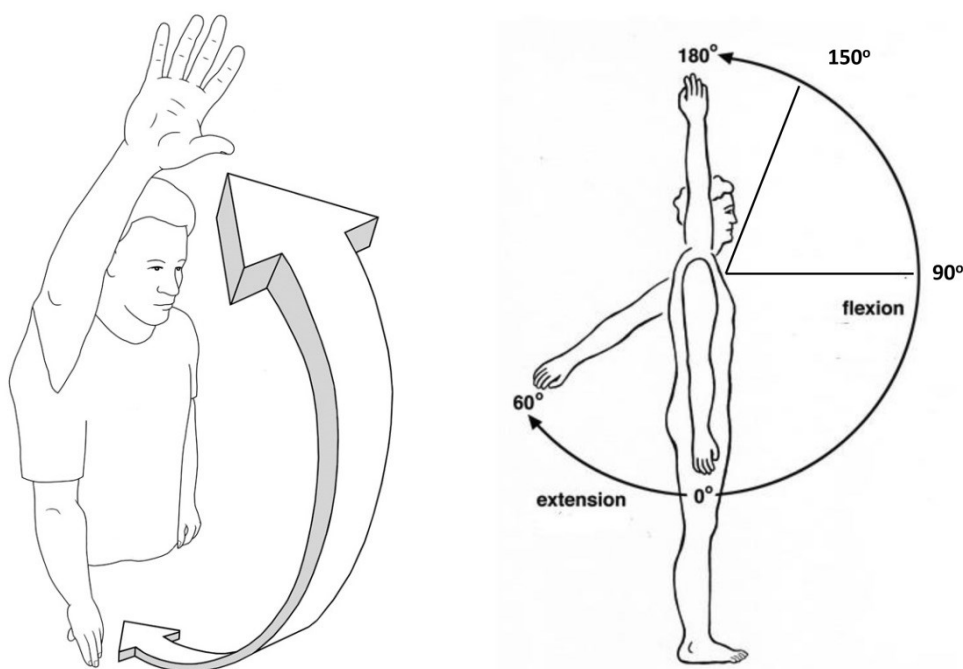
5° (normalna)	5
4° (dobra)	4
3° (zadowalająca)	3
2° (słaba)	2
1° (skurcz mięśnia)	1
0° (brak)	0

5. Satysfakcja pacjenta

Zadowolony lub bardziej	5
Niezadowolony lub mniej	0

Maksymalna liczba punktów uzyskiwana w teście wynosi 35 punktów. Jako wynik bardzo dobry uznaje się punktację 30-35 punktów, jako wynik dobry 28-33 punkty, dopuszczalny 21-27 punktów i jako wynik zły 0-20 punktów.

Badanie oparto na starannie zebranych wywiadzie dotyczącym dolegliwości bólowych, na ocenie funkcji kończyny górnej po stronie badanej, satysfakcji pacjenta oraz na ocenie ruchomości barku w zakresie czynnego zgięcia (Ryc. 43) jak również siły mięśniowej wg skali Lovetta. Wyniki zostały zapisane w automatycznie zliczającym formularzu (Ryc. 44).



Rycina 43. Ocena zakresu aktywnego zgięcia w obrębie barku <sup>105</sup>

## Ocena barku przy wykorzystaniu systemu punktacji UCLA

Nazwisko lekarza: \_\_\_\_\_ Nazwisko pacjenta: \_\_\_\_\_

### 1 - Ból

- Obecny przez cały czas, nie do zniesienia; częste stosowanie silnych leków przeciwbólowych
- Obecny ciągle, ale do zniesienia; silne leki p. bólowe czasami
- W spoczynku brak lub niewielki, obecny przy lekkich czynnościach często słabsze leki przeciwbólowe (salicylany)
- Obecny podczas ciężkiego wysiłku lub szczególnych czynności, słabsze leki przeciwbólowe od czasu do czasu
- Rzadko, lekki
- Brak

### 2 - Funkcja

- Niemożność używania kończyny
- Możliwe tylko lekkie czynności kończyną
- Możliwe wykonywanie lżejszych prac domowych lub większość czynności życia codziennego
- Możliwe wykonywanie większości prac domowych, zakupów, możliwe czesanie, ubieranie się
- Niewielkie ograniczenie czynności, możliwe unoszenie ramion powyżej barków
- Normalna czynność barku

### 3 - Czynne zgięcie przednie

- mniej niż 30°
- 30°-45°
- 45°-90°
- 90°-120°
- 120°-150°
- 150° lub więcej

### 4 - Siła zgięcia przedniego

- 0° (brak)
- 1° (skurcz mięśnia)
- 2° (słaba)
- 3° (zadowolająca)
- 4° (dobra)
- 5° (normalna)

### 5 - Satysfakcja pacjenta

- Zadowolony lub bardziej
- Nie zadowolony lub mniej

Całkowita ilość punktów : 0

Rycina 44. Formularz zliczający wyniki oceny funkcji barku w punktacji UCLA

## 4. Analiza statystyczna

Parametry mierzalne takie jak: wiek pacjenta, czas hospitalizacji, czas od wprowadzenia do usunięcia materiału zespalającego oraz czas podawania antybiotyku opisano za pomocą średniej arytmetycznej, odchylenia standardowego (ang. *standard deviation* – SD), mediany oraz pomiarów minimalnych i maksymalnych. Sprawdzono zgodność z normalnym rozkładem za pomocą testu Shapiro-Wilka. Ponieważ nie potwierdzono tej zgodności zastosowano test nieparametryczny Manna-Whitney'a do porównania dwóch grup.

Wyniki jakości życia pacjentów ocenione na podstawie kwestionariusza RAND-36 porównano z wartościami referencyjnymi. Ponieważ w artykule A. Jörngården dotyczącym grupy referencyjnej wartości podano tylko w postaci średnich i odchyłeń standardowych poszczególnych dziedzin życia, do oceny zastosowano test t-Studenta porównujący dwie średnie oraz

uwzględniający wartości odchyłeń standardowych i liczebności, przy założeniu zgodności z rozkładem normalnym.<sup>106</sup>

Parametry wyrażone na skali nominalnej, kategoryjne, opisano liczbą pacjentów w poszczególnych kategoriach i odpowiadające im wartości procentowe. Zależność tych parametrów badano stosując test  $\chi^2$  z poprawką Yatesa oraz test dokładny Fishera. Zastosowano również test u-Gaussa do porównania dwóch frakcji np. porównując rodzaj złamania wg Robinsona.

Dodatkowo oceniono wpływ czynników takich jak błąd zespolenia podczas wykonywania stabilizacji (z rozróżnieniem prawidłowości położenia materiału stabilizującego, prawidłowości jego średnicy, odpowiedniej kompresji szpary złamania), wiek pacjenta, typ złamania wg skali Robinsona na wystąpienie powikłań. Do analizy użyto modelu regresji logistycznej, która stwarza możliwość symulacji prawdopodobieństwa zdarzenia opisywanego przez dychotomiczną zmienną zależną w odniesieniu od różnych zmiennych niezależnych. Analiza ta pozwala wskazać ile razy wzrasta szansa na powikłanie, gdy dany czynnik ryzyka występuje. Wyniki (prawdopodobieństwo powikłań) wyrażono przez wyznaczenie ilorazu szans (ang. *OR-odds ratio*) z 95% przedziałami ufności.

Hipotezy statystyczne weryfikowano na poziomie istotności  $p < 0,05$ . Obliczenia wykonano przy pomocy pakietu statystycznego StatSoft, Inc. (2014). STATISTICA (data analysis software system), version 12.

## VI Wyniki

### 1. Wyniki grupy badanej

Z 407 leczonych operacyjnie pacjentów do dalszej analizy statystycznej zakwalifikowano 363 dzieci. Typy złamań określano według przyjętego podziału klinicznego zaproponowanego przez Robinsona. Podział ilościowy i procentowy przedstawiono w Tab. 5.

Tabela 5. Podział kliniczny złamań obojczyka w ujęciu liczbowym i procentowym

Rodzaj złamania wg Robinsona	2B2	2B1	2B2	3B1	3B2
Liczba złamań	2	263	87	10	1
Procent	0,55%	72,45%	23,97%	2,75%	0,28%



Uwzględniając wariant metody operacyjnej, pacjentów podzielono na dwie grupy, w ramach których przedstawiono dalsze wyniki (Tab. 6).

Grupa A – stabilizacja od strony odłamu proksymalnego

Grupa B – stabilizacja od strony odłamu dystalnego

Tabela 6. Podział grupy badanej z uwzględnieniem wariantu metody operacyjnej

Grupa	Liczba	Procent
Grupa A	347	95,59
Grupa B	16	4,41
Ogółem	363	100,00

Nie wykazano różnic pomiędzy obiema grupami pod względem wieku, płci i strony złamania. Wykazano różnice pod względem typu i lokalizacji złamania. W grupie B wykazano większy odsetek złamań poprzecznych w obrębie 1/3 dalszej obojczyka (Tab. 7).

Tabela 7. Wiek, płeć, strona oraz typ złamania wg Robinsona

Liczba pacjentów (odsetek)	Płeć		Wiek	
	Chłopcy	Dziewczynki	Wiek średni	SD
Grupa A	242(66,7%)	105(28,9%)	13,57	2,85
Grupa B	11 (3,0%)	5 (1,4%)	14,39	2,44
Znamiennosc statystyczna	p=0,829		p=0,235	

Liczba pacjentów (odsetek)	Rodzaj złamania wg Robinsona				
	2A2	2B1	2B2	3B1	3B2
Grupa A	2 (0,58%)	253 (72,91%)	83 (23,92%)	8 (2,31%)	1 (0,29%)
Grupa B	0 (0,00%)	10 (62,50%)	4 (25,00%)	2 (12,50%)	0 (0,00%)
Znamiennosc statystyczna	p=0,764	p=0,324	p=0,871	p=0,013	p=0,832

Liczba pacjentów (odsetek)	Strona urazu	
	Lewa	Prawa
Grupa A	177 (51,01%)	170 (48,99%)
Grupa B	7 (43,75%)	9 (56,25%)
Znamiennosc statystyczna	p=0,756	

### 1.1. Czas hospitalizacji

Mediana czasu hospitalizacji dla całej grupy wynosiła 4 dni (zakres od 2 do 19 dni) (Tab. 8). Pobyt powyżej 7 dni był we wszystkich przypadkach spowodowany urazami towarzyszącymi (Tab. 3), które wymagały dodatkowego leczenia operacyjnego lub zachowawczego. Pobytu pomiędzy 4 a 7 dniami związane były głównie z organizacją pracy oddziału, ponieważ procedury śródszpikowej stabilizacji operacyjnej złamań obojczyka wykonywane były z zasady w trybie planowym.

Tabela 8. Czas hospitalizacji w grupach A i B (w dniach)

Grupa pacjentów	Średni czas hospitalizacji	Mediana	Odchylenie standardowe	Zakres
Grupa A	4,58	4,008	1,638	2,0 – 19,0
Grupa B	4,878	5,008	1,83	3,0 – 9,0
Cała grupa	4,598	4,008	1,64	2,0 – 19,0
Znamiennosc statystyczna	p = 0,528			

### 1.2. Czas podawania osłony antybiotykowej

Mediana czasu stosowania antybiotykoterapii dla całej grupy wynosiła 3 dni (zakres od 1 do 12 dni). Dłuższy niż 3 dni okres farmakoterapii związany był z urazami towarzyszącymi (Tab. 9).

Tabela 9. Okres stosowania antybiotykoterapii w grupach A i B (w dniach)

Grupa pacjentów	Średni czas antybiotykoterapii	Mediana	Odchylenie standardowe	Zakres
Grupa A	3,35	3,00	1,07	1,0 – 12,0
Grupa B	3,37	3,00	1,02	3,0 – 7,0
Cała grupa	3,36	3,00	1,06	1,0 – 12,0
Znamiennosc statystyczna	p = 0,722			

### 1.3. Czas do usunięcia zespolenia

Mediana czasu do usunięcia zespolenia w całej grupie wynosiła 11 tygodni (zakres od 4 do 35 tygodni). Utrzymywanie zespolenia dłużej niż 16 tygodni było związane z różnego rodzaju zaburzeniami wzrostu lub brakiem zgłoszenia się pacjenta do zabiegu w planowanym terminie (Tab. 10).

Tabela 10. Okres utrzymania zespolenia w grupach A i B (w tygodniach)

Grupa pacjentów	Średni czas do usunięcia zespolenia	Mediana	Odchylenie standardowe	Zakres
Grupa A	11,76	11,00	4,12	4,14 – 35,86
Grupa B	11,65	12,00	3,03	8,00 – 19,14
Cała grupa	11,76	11,00	4,07	4,14 – 35,86
Znamiennosc statystyczna	p = 0,793			

### 1.4. Dane dotyczące występowania zdefiniowanego błędu zespolenia operacyjnej na podstawie badań radiologicznych

Przedstawione dane ogólne dotyczą liczby pacjentów, u których zanotowano jakiegokolwiek zdarzenia określone jako błąd podczas zespolenia (rozdział V punkt 3.1.2) (Tab. 11). W analizie szczegółowej podano liczbę pacjentów z poszczególnymi zdarzeniami z podziałem na grupy (Tab. 12). U 24 ze 100 pacjentów wykazano więcej niż jedno zdarzenie zdefiniowane jako błąd przy stosowaniu zespolenia.

Tabela 11. Liczba stwierdzonych błędów w zespoleniu operacyjnym na podstawie badań radiologicznych – analiza ogólna

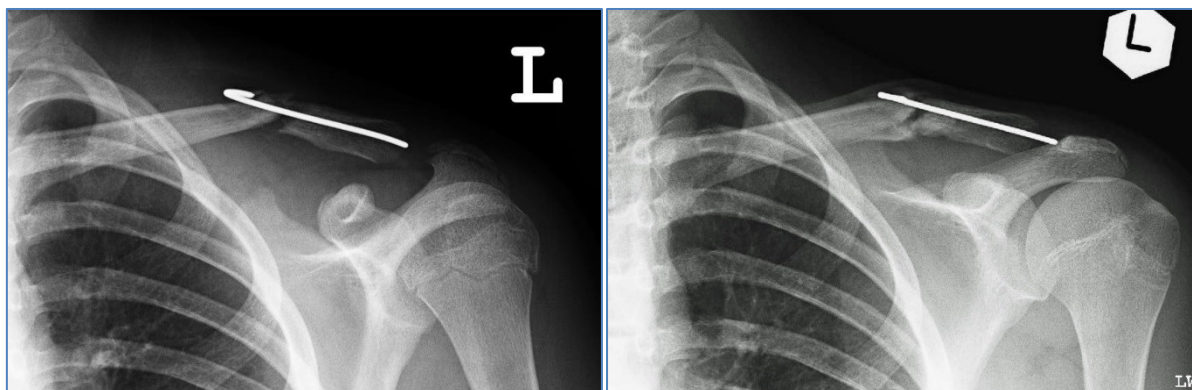
Grupa pacjentów	Liczba przypadków stwierdzonego błędu zespolenia operacyjnego (ogólnie)	
	Liczba pacjentów	Odsetek
Grupa A	93/347	26,80%
Grupa B	7/16	43,75%
Ogółem pacjentów	100/363	27,55%
Znamiennosc statystyczna	p = 0,143	

Tabela 12. Liczba stwierdzonych błędów w zespoleniu operacyjnym na podstawie badań radiologicznych – analiza szczegółowa

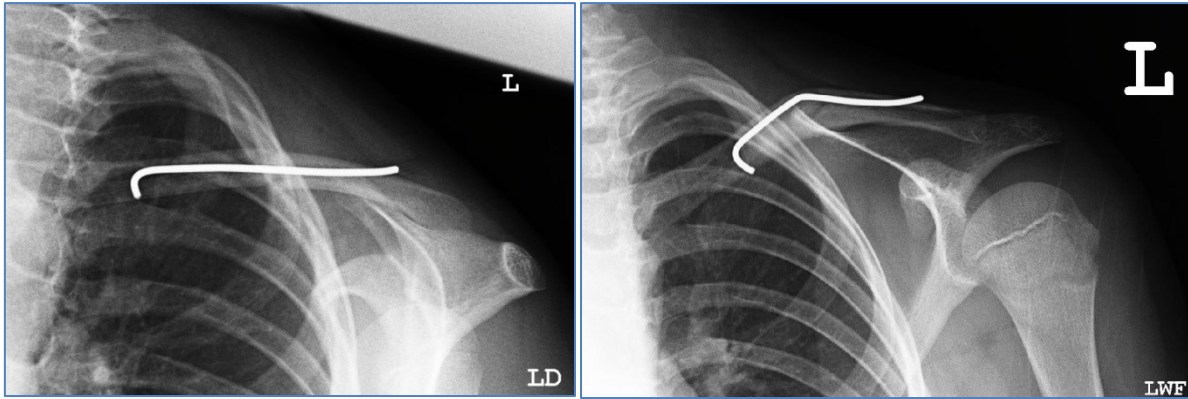
Liczba pacjentów (odsetek)	Nieprawidłowe wypełnienia jamy szpikowej odłamów	Nieprawidłowe położenia materiału zespalającego	Nieprawidłowa kompresja odłamów
Grupa A	12 3,46%	72 20,75%	34 9,80%
Grupa B	2 12,50%	3 18,75%	4 25,00%
Ogółem pacjentów	14 3,86%	75 20,66%	38 10,47%
Znamienność statystyczna	p=0,119	p=1	p=0,078

### 1.5. Powikłania leczenia

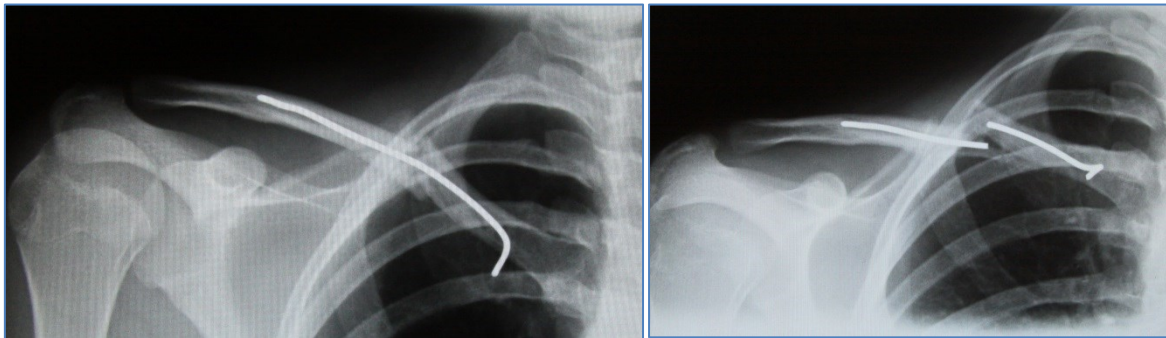
Dane dotyczące zdefiniowanych powikłań w czasie procesu terapeutycznego: brak zrostu (Ryc. 45) lub zrost opóźniony, przebicie skóry przez materiał zespalający lub deformacja materiału (Ryc. 46 oraz 47) oraz zwiększone kostnienie (rozdział V punkt 3 oraz 3.1.3) przedstawiono w zestawieniu ogólnym w postaci liczby pacjentów z jakimkolwiek zdarzeniem (Tab. 13).



Rycina 45. Brak zrostu: chłopiec lat 14 obraz po zabiegu i zdjęcie kontrolne po 3 miesiącach



Rycina 46. Wygięcie zespolenia: chłopiec lat 12, obraz po zabiegu i zdjęcie kontrolne po 3,5 miesiącach



Rycina 47. Pęknięcie zespolenia: dziewczynka lat 14 obraz po zabiegu i zdjęcie kontrolne po 3 miesiącach

W zestawieniu szczegółowym podano liczbę pacjentów z poszczególnymi zdefiniowanymi powikłaniami z podziałem na grupy. U 13 (3,75 %) pacjentów wykazano więcej niż jedno zdarzenie zdefiniowane jako powikłanie. Przy stosowaniu zespolenia od strony odłamu dystalnego (grupa B) szansa na powikłania była 13,6 razy większa niż przy zespoleniu od strony proksymalnej (grupa A) (Tab. 13).

Tabela 13. Liczba pacjentów, u których stwierdzono powikłanie – analiza ogólna

Grupa pacjentów	Liczba przypadków ze stwierdzonym powikłaniem w metodzie operacyjnej (ogólnie)	
	Liczba pacjentów	Odsetek
Grupa A	<b>38/347</b>	10,95%
Grupa B	<b>10/16</b>	62,50%
Ogółem pacjentów	<b>48/363</b>	13,22%
Znamiennosc statystyczna	<b>p &lt; 0,0001</b> <b>OR – 13,6 (4,69 – 39,64)</b>	

W przypadku analizy powikłań, z pominięciem przypadków zwiększonego kostnienia, liczba pacjentów wyniosła odpowiednio dla grupy A i B: **23/347** (6,63%) i **8/16** (50%).

Analiza statystyczna na podstawie regresji logistycznej wykazała trzykrotnie większe prawdopodobieństwo szansy na wystąpienie braku zrostu i 3,8 razy większe prawdopodobieństwo szansy na opóźnienie zrostu w grupie B w porównaniu z grupą A. Nie wykazano tutaj istotności statystycznej. Wykazano natomiast znamienność statystyczną pomiędzy obiema grupami w przypadkach określenia prawdopodobieństwa zwiększonego kostnienia oraz przebicie skóry przez materiał zespalający (Tab. 14). Na podstawie analizy regresji logistycznej szansa na zwiększone kostnienie była 4,14 razy większa w grupie B w porównaniu z grupą A. Szansa na przebicie skóry była 67,1 razy większa w grupie B w porównaniu z grupą A.

Tabela 14. Liczba stwierdzonych powikłań – analiza szczegółowa

Powikłanie	Grupa A		Grupa B		Ogółem		Znamienność statystyczna
	n	%	n	%	n	%	
Brak zrostu	3	0,86%	0	0,00%	3	0,82%	p = 0,4735
Zrost opóźniony	6	1,72%	1	6,25%	7	1,93%	p = 0,2289
Przebicie skóry	4	1,15%	7	43,75%	11	3,03%	p < 0,0001
Deformacja zespolenia	9	2,58%	0	0,00%	9	2,48%	p = 0,9553
Zwiększone kostnienie	26	7,45%	4	25,00%	30	8,26%	p = 0,0203

## 2. Analiza szczegółowa wybranej grupy pacjentów z określeniem niezależnych czynników predylekcyjnych dla ryzyka powikłań z wykorzystaniem modelu regresji logistycznej

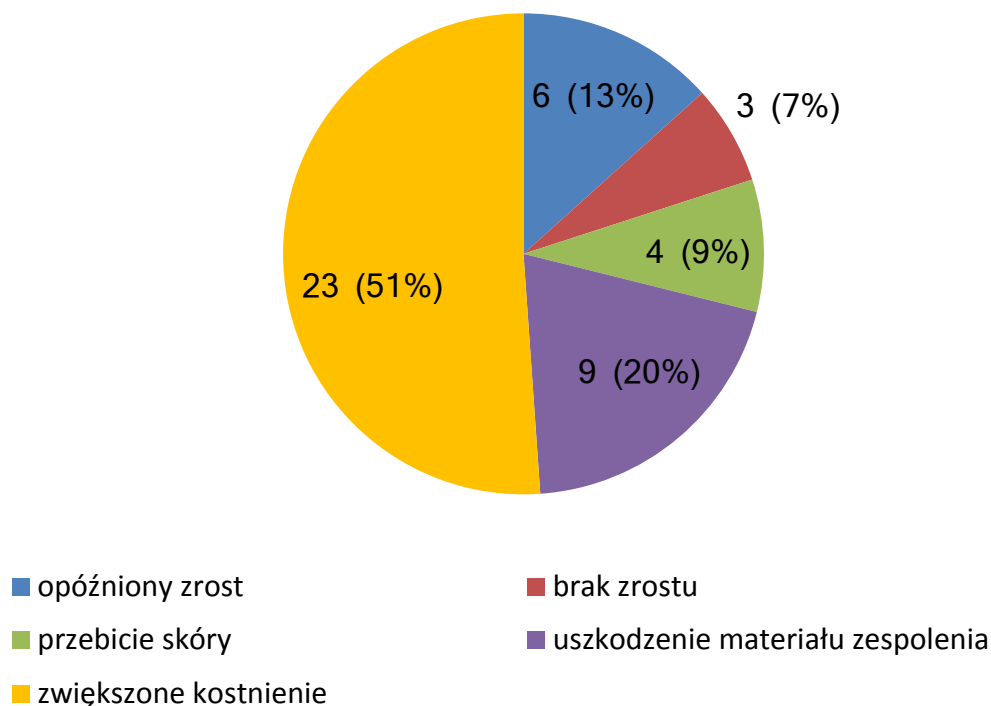
Dla potrzeb analizy grupę ograniczono do pacjentów, u których zespolenie odbywało się od strony odłamu proksymalnego (Grupa A) oraz którzy ukończyli dziewiąty rok życia (n=318).

Poniżej przedstawiono dane opisujące analizowaną grupę z podziałem na częstość powikłań (Tab. 15)

Tabela 15. Charakterystyka grupy poddanej analizie dla potrzeb określenia czynników predylekcyjnych powikłań leczenia

Pacjenci Grupy A (wiek powyżej 9 roku życia)	Liczba pacjentów	Odsetek
	<b>318</b>	<b>100,0%</b>
Pacjenci, u których wystąpiły powikłania:	<b>35</b>	<b>11,0%</b>
opóźniony zrost	6	1,9%
brak zrostu	3	0,9%
przebicie skóry przez materiał zespalający	4	1,2%
wygięcie lub pęknięcie materiału zespalającego	9	2,8%
zwiększone kostnienie	23	7,2%

Najczęstszym z powikłań było zwiększone kostnienie stanowiąc 51% (n=23), a najrzadszym brak zrostu (n=3, 7%) (Ryc. 48).



Rycina 48. Stwierdzone powikłania w ujęciu liczbowym i procentowym

### 2.1. Ocena wpływu błędu zespolenia na częstość występowania powikłań leczenia

Pacjentów, u których stwierdzono powikłanie leczenia podzielono na:

- tych z wykazanim błędem podczas zastosowanej operacyjnej,
- tych, u których nie stwierdzono błędu w czasie zespolenia odłamów.

Wyniki przedstawiono w formie ogólnej oraz z podziałem na poszczególne typy (Tab. 16).

Tabela 16: Analiza wpływu błędu zespolenia na powikłania

Powikłanie	Pacjenci z wykonanym zespoleniem proksymalnym w wieku > 9 lat				
	suma (n)	Stwierdzono błąd zespolenia		Prawidłowe zespolenie	
		n	%	n	%
Bez powikłań	283	59	69,41%	224	96,14%
<b>Stwierdzono powikłania</b>	35	<b>26</b>	<b>30,59%</b>	<b>9</b>	<b>3,86%</b>
Ogółem	318	85		233	
Znamiennosc statystyczna	<p style="text-align: center;"><math>p &lt; 0,0001</math>  <b>OR – 10,97 (4,86 – 24,74)</b></p>				

Częstość występowania powikłań w grupie ze stwierdzonym błędem podczas zespolenia była znamienne statystycznie większa ( $p < 0,0001$ ) w porównaniu z grupą, gdzie zespolenie było wykonane prawidłowo.

Przeprowadzając analizę szczegółową wpływu poszczególnych zdefiniowanych błędów na powikłania wykazano również znamienność statystyczną przy większości z nich (Tab. 17).

Dodatkowo dla oszacowania prawdopodobieństwa wpływu poszczególnych czynników ryzyka na powikłania leczenia zastosowano model regresji logistycznej. Przykładowo dla jakiegokolwiek błędu związanego z zespoleniem operacyjnym w modelu tym wykazano ponad 10-krotnie większe (OR – 10,97) prawdopodobieństwo szans na wystąpienia powikłań w przypadku jego wystąpienia (Tab. 17).

Poniżej opisano wybrane wyniki pochodzące z analizy szczegółowej zawartej w Tabeli 17:

1) opóźniony zrost:

Nieprawidłowe położenie zespolenia znamienne wpływało na to powikłanie oraz łączyło się z ponad 7-krotnie większym (OR – 7,90) prawdopodobieństwem występowania zrostu opóźnionego w porównaniu z grupą z prawidłowo położonym zespoleniem. Niewłaściwa kompresja odłamów również znamienne wpływała na zrost opóźniony oraz łączyła się z 11 – krotnie większym (OR – 11,00) prawdopodobieństwem występowania tego powikłania w modelu regresji logistycznej.



2) brak zrostu:

Nie wykazano istotności statystycznej przy analizie szczegółowej wpływu poszczególnych błędów. Znamienność została wykazana tylko w przypadku analizy ogólnej, gdzie w grupie pacjentów z błędem metody wykazano, na podstawie modelu regresji logistycznej, 19-krotnie większe (OR – 19,81) prawdopodobieństwo braku zrostu w porównaniu z grupą, gdzie błędów nie stwierdzono.

3) zwiększone kosztowanie:

Brak prawidłowej kompresji oraz wszystkie inne analizowane czynniki znamienne wpływały na to powikłanie - na podstawie modelu regresji logistycznej prawdopodobieństwo występowania zwiększonego kosztowania było ponad 37-krotnie większe (OR – 37,90) w przypadku wykazania jakiegokolwiek z analizowanych błędów metody oraz 22-krotnie większe (OR – 22,67) przy braku prawidłowej kompresji w analizie szczegółowej.

4) przebiec skóry przez materiał zespalający:

Istotność statystyczną dla wpływu określonego błędu w przypadku tego powikłania wykazano głównie w grupie pacjentów z nieprawidłowym położeniem materiału zespalającego w jamie szpikowej odłamów obojczyka. Prawdopodobieństwo przebiecia skóry, w ramach modelu regresji logistycznej, było w tej grupie ponad 35-krotnie większe (OR – 35,64) niż w grupie bez tej nieprawidłowości.

5) deformacja materiału zespalającego:

Powikłanie wykazano znamienne statystycznie częściej u pacjentów, u których do zespolenia użyto drutu o zbyt małej średnicy lub nie została wykonana odpowiednia kompresja szpary złamania. Na podstawie modelu regresji logistycznej brak zastosowania odpowiedniej średnicy materiału zespalającego powodował 18-krotnie większe (OR – 18,81) prawdopodobieństwo tego powikłania.

Tabela 17. Analiza wpływu błędu w zastosowanej metodzie leczenia na powikłania

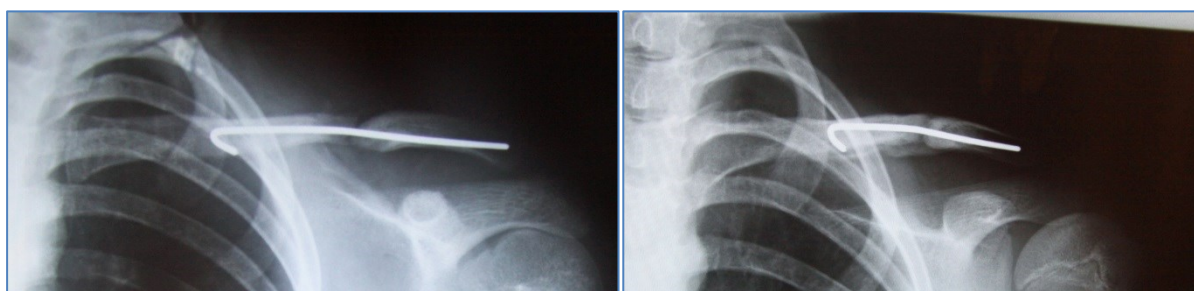
Rodzaj powikłania	Przyczyna powikłania (wykazany określony błąd metody)	Liczba pacjentów w grupie bez opisywanego błędu metody (z powikłaniem/bez powikłań)	Liczba pacjentów w grupie z opisywanym błędem metody (z powikłaniem/bez powikłań)	Znamienność	Znamienność w modelu reg. log.: OR - iloraz szans z jed. (95% CI)
<b>powikłania (ogólnie)</b>	<b>błąd zespolenia – ogólnie</b>	<b>9/224 (3,86%)</b>	<b>26/59 (30,59%)</b>	<b>p&lt;0,0001</b>	<b>10,97 (4,86 - 24,74)</b>
	nieprawidłowe położenie zespolenia	17/234	18/49	<b>p&lt;0,0001</b>	5,06 (2,42 - 10,53)
	zbyt mała średnica materiału zespalającego	29/278	6/5	<b>p&lt;0,0001</b>	11,50 (3,29 - 40,22)
	brak prawidłowej kompresji odłamów	21/268	14/15	<b>p&lt;0,0001</b>	11,91 (5,05 - 28,04)
<b>opóźniony zrost kostny</b>	<b>błąd zespolenia – ogólnie</b>	<b>2/231 (0,86%)</b>	<b>4/81 (4,71%)</b>	<b>p=0,0458</b>	<b>5,70 (1,02 - 31,94)</b>
	nieprawidłowe położenie zespolenia	2/249	4/63	<b>p=0,0194</b>	7,90 (1,41 - 44,42)
	zbyt mała średnica materiału zespalającego	5/302	1/10	<b>p=0,1918</b>	6,04 (0,66 - 57,08)
	brak prawidłowej kompresji odłamów	3/286	3/26	<b>p=0,0114</b>	11,00 (2,10 - 57,63)
<b>brak zrostu</b>	<b>błąd zespolenia – ogólnie</b>	<b>0/233 (0,00%)</b>	<b>3/82 (3,53%)</b>	<b>p=0,0186</b>	<b>19,81 (1,01 - 387,67)</b>
	nieprawidłowe położenie zespolenia	1/250	2/65	<b>p=0,1135</b>	7,69 (0,68 - 86,95)
	zbyt mała średnica materiału zespalającego	3/304	0/11	<b>p=1,0000</b>	0
	brak prawidłowej kompresji odłamów	2/287	1/28	<b>p=0,2501</b>	5,12 (0,45 - 58,85)
<b>zwiększone kostnienie</b>	<b>błąd zespolenia – ogólnie</b>	<b>3/231 (1,30%)</b>	<b>21/64 (24,71%)</b>	<b>p&lt;0,0001</b>	<b>37,90 (8,61 - 166,86)</b>
	nieprawidłowe położenie zespolenia	10/241	13/54	<b>p=0,0005</b>	5,80 (2,41 - 13,97)
	zbyt mała średnica materiału zespalającego	18/289	5/6	<b>p=0,0004</b>	13,38 (3,71 - 48,30)
	brak prawidłowej kompresji odłamów	10/279	13/16	<b>p&lt;0,0001</b>	22,67 (8,59 - 59,80)
<b>przebicie skóry</b>	<b>błąd zespolenia – ogólnie</b>	<b>0/233 (0,00%)</b>	<b>4/81 (4,71)</b>	<b>p=0,0048</b>	<b>25,78 (1,37 - 484,18)</b>
	nieprawidłowe położenie zespolenia	0/251	4/63	<b>p=0,0018</b>	35,64 (1,89 - 670,73)
	zbyt mała średnica materiału zespalającego	4/303	0/11	<b>p=1,0000</b>	2,93 (0,14 - 57-76)
	brak prawidłowej kompresji odłamów	3/286	1/28	<b>p=0,3191</b>	3,40 (0,34 - 33,83)
<b>wygięcie drutu/pęknięcie</b>	<b>błąd zespolenia – ogólnie</b>	<b>4/229 (1,72%)</b>	<b>5/80 (5,88%)</b>	<b>p=0,0609</b>	<b>3,57 (0,94 - 13,65)</b>
	nieprawidłowe położenie zespolenia	7/244	2/65	<b>p=1,0000</b>	1,07 (0,22 - 5,29)
	zbyt mała średnica materiału zespalającego	6/301	3/8	<b>p=0,0023</b>	18,81 (3,98 - 88,96)
	brak prawidłowej kompresji odłamów	6/283	3/26	<b>p=0,0395</b>	5,44 (1,29 - 23,04)

Analiza szczegółowa powikłań leczenia w grupie, w której zespolenie było prawidłowo wykonane wykazała tylko 2 przypadki zrostu opóźnionego, 4 przypadki deformacji zespolenia oraz 3 przypadki nadmiernego kostnienia. W tej grupie nie odnotowano powikłania jakim jest brak zrostu (Tab. 18).

**Tabela 18. Częstość występowania powikłań w leczeniu operacyjnym złamań obojczyka po wykluczeniu zdefiniowanego błędu zespolenia**

Częstość powikłań w grupie złamań prawidłowo zespolonych	
Powikłania	9/224 (3,86%)
Brak zrostu	0 (0,00%)
Zrost opóźniony	2 (0,86%)
Przebicie skóry przez materiał zespalający	0 (0,00%)
Deformacja zespolenia	4 (1,72%)
Nadmierne kostnienie	3 (1,30%)

Dodatkowo, co nie zostało ujęte w powyższym podsumowaniu, 3 przypadki braku zrostu po leczeniu operacyjnym (z wykazanim błędem w zastosowaniu zespolenia) zostały ponownie zaopatrzone za pomocą zespolenia śródszpikowego z dobrym efektem terapeutycznym (Ryc. 49).



**Rycina 49. Brak zrostu po leczeniu ESIN oraz stan po powtórny zaopatrzeniu za pomocą zespolenie śródszpikowego u dziecka 12 letniego**

## **2.2. Ocena wpływu wieku pacjenta na możliwość występowania powikłań leczenia**

W celu oceny wpływu wieku pacjenta na możliwość występowania powikłań leczenia porównano grupy z i bez powikłań leczenia pod kątem różnic rozkładu wiekowego (Tab. 19).

Tabela 19. Analiza wpływu wieku pacjenta na powikłania leczenia

Pacjenci Grupy A (wiek powyżej 9 roku życia)	Wiek pacjenta				
	Średni	Mediana	Minimalny	Maksymalny	SD
z powikłaniami leczenia (n=35)	14,48	14,84	9,41	18,10	2,32
bez powikłań leczenia (n=283)	14,17	14,44	9,05	18,12	2,12
Znamiennosc statystyczna	p=0,3965				

Analiza statystyczna nie wykazała wpływu wieku pacjenta na częstość występowania powikłań leczenia.

### 2.3. Ocena wpływu typu złamania obojczyka na możliwość wystąpienia powikłań leczenia

Najczęściej opisywanym typem złamania w grupie badanej był typ 2B1 wg Robinsona, drugim co do częstości typ 2B2 (punkt V.1). Wpływ typu złamania na możliwość wystąpienia powikłań oceniono na podstawie porównania częstości ich występowania w obrębie dwóch najczęstszych typów złamań oraz osobno pomiędzy grupą pacjentów z typami 2B1 oraz 2B2 a grupą z pozostałymi typami złamań (Tab. 20).

Tabela 20. Analiza wpływu typu złamania obojczyka na powikłania leczenia

Typ złamania wg Robinsona	Liczba pacjentów w Grupie A powyżej 9 roku życia (% dla poszczególnych typów złamań)	
	bez powikłań leczenia	z powikłaniami leczenia
2B1	201 (88,94%)	25 (11,06%)
2B2	71 (87,65%)	10 (12,35%)
Ogółem	272	35
Znamiennosc statystyczna	p =0,4472	
Typ złamania wg Robinsona	Liczba pacjentów w Grupie A powyżej 9 rż (% dla poszczególnych typów złamań)	
	bez powikłań leczenia	z powikłaniami leczenia
2B1	201 (88,94%)	25 (11,06%)
Pozostałe typy złamań	82 (89,13%)	10 (10,87%)
Ogółem	283	35
Znamiennosc statystyczna	p =0,5671	

Typ złamania wg Robinsona	Liczba pacjentów w Grupie A powyżej 9 rż (% dla poszczególnych typów złamań)	
	bez powikłań leczenia	z powikłaniami leczenia
2B2	71 (87,65%)	10 (12,35%)
Pozostałe typy złamań	212 (89,45%)	25 (10,55%)
Ogółem	283	35
Znamienność statystyczna	p =0,3954	

Analiza statystyczna nie wykazała różnic w częstości występowania powikłań leczenia pomiędzy grupami pacjentów z określonymi typami złamań wg Robinsona.

### **3. Ocena wyników leczenia w wybranej grupie pacjentów według wystandaryzowanej skali RAND-36 oraz kwestionariusza oceny wydolności stawu barkowego na podstawie punktacji UCLA**

Oceny dokonywano na podstawie badania przedmiotowego, podmiotowego oraz na podstawie wypełnionego kwestionariusza pytań. Spośród ponad 100 pacjentów zaproszonych na badania w ciągu 18 miesięcy zgłosiły się 44 osoby.

Średni wiek pacjentów poddanych tej analizie w momencie kwalifikacji do zabiegu zespolenia obojczyka wynosił 13,0 lat. Większość, n=27 (61%), stanowili chłopcy. Typy złamania wg Robinsona przedstawiały się następująco: 2B1- 32 (72,7%) pacjentów, 2B2 – 10 (22,7%), 3B1 – 2 (4,5%). Średni czas od wykonania zabiegu do wykonania badania RAND-36 i oceny UCLA wynosił 40,6 miesięcy (zakres 25,8 – 58,3 miesięcy).

#### **3.1. Ocena jakości życia pacjentów leczonych operacyjnie w standaryzowanej międzynarodowej skali jakości życia RAND-36**

Przedstawiono sumaryczną procentową punktację wyników z podziałem na sferę życia fizycznego i psychicznego i kolejną z podziałem na osiem wskaźników jakości życia uzyskaną w badanej podgrupie pacjentów (Tab. 21 i 22).

Tabela 21. Wyniki skali RAND-36 wraz z podziałem na sferę życia fizycznego i psychicznego

	RAND-36 (n=44)				
	Średnia	Mediana	Minimum	Maksimum	SD
<b>RAZEM</b>	<b>86,14</b>	<b>89,31</b>	<b>58,85</b>	<b>97,00</b>	<b>9,94</b>
PH	87,93	91,25	60,62	100,00	9,671
MH	84,35	88,25	52,08	99,00	12,39

Tabela 22. Wyniki skali RAND-36 wraz z podziałem poszczególne wskaźniki

Wskaźniki jakości życia	RAND-36 (n=44)				
	Średnia	Mediana	Minimum	Maksimum	SD
Sprawność fizyczna (PF)	97,83	100,00	75,00	100,00	5,60
Ograniczenia czynności osobistych wynikające ze zdrowia fizycznego (RP)	94,56	100,00	50,00	100,00	14,99
Ograniczenia w pełnieniu ról wynikające z problemów emocjonalnych (RE)	94,20	100,00	33,33	100,00	19,20
Witalność (VT)	74,56	75,00	40,00	100,00	18,27
Poczucie zdrowia psychicznego (MH)	82,78	88,00	40,00	100,00	15,18
Funkcjonowanie społeczne (SF)	85,87	100,00	50,00	100,00	18,58
Dolegliwości bólowe (BP)	86,96	90,00	45,00	100,00	16,02
Ogólne poczucie zdrowia (GH)	72,39	75,00	50,00	100,00	12,51
<b>RAZEM</b>	<b>86,14</b>	<b>89,31</b>	<b>58,85</b>	<b>97,00</b>	<b>9,945</b>

Uzyskane wyniki w obrębie poszczególnych ośmiu wskaźników, jak również pomiędzy sferą zdrowia psychicznego i fizycznego, zestawiono z wynikami uzyskanymi i opracowanymi na grupie zdrowych nastolatków w podobnym przedziale wiekowym (Tab. 23).

Tabela 23. Porównanie wyników skali RAND-36 grupy badanej i wybranej grupy zdrowych nastolatków

Wskaźniki jakości życia	Grupa porównawcza n = 119 Średnia ± SD	Grupa badana n=44 Średnia ± SD	Istotność statystyczna
Sprawność fizyczna (PF)	97,5 ± 10,0	97,8 ± 5,6 Me = 100 75 - 100	p = 0,8893
Ograniczenia czynności osobistych wynikające ze zdrowia fizycznego (RP)	88,7 ± 23,2	94,6 ± 15,0 Me = 100 50 - 100	p = 0,2434
Dolegliwości bólowe (BP)	84,5 ± 18,5	87,0 ± 16,0 Me = 90 45 - 100	p = 0,5459
Ogólne poczucie zdrowia (GH)	81,4 ± 17,1	72,4 ± 12,5 Me = 75 50 - 100	p = 0,0177
Witalność (VT)	67,9 ± 20,0	74,6 ± 18,3 Me = 75 40 - 100	p = 0,1385
Funkcjonowanie społeczne (SF)	92,3 ± 14,7	85,9 ± 18,6 Me = 100 50 - 100	p = 0,0698
Ograniczenia w pełnieniu ról wynikające z problemów emocjonalnych (RE)	83,5 ± 30,0	94,2 ± 19,2 Me = 100 33,3 - 100	p = 0,1024
Poczucie zdrowia psychicznego (MH)	80,4 ± 5,5	82,8 ± 15,2 Me = 88 40 - 100	p = 0,1823
Podsumowanie	84,5	86,1 ± 9,9 Me = 89,3 58,9 - 97	p = 0,4465
Sfera życia fizycznego	88,0	87,9 ± 9,7 Me = 91,3 60,6 - 100	p = 0,9610
Sfera życia psychicznego	81,0	84,4 ± 12,4 Me = 88,3 52,1 - 99	p = 0,2021



Jedynym wskaźnikiem oceny jakości życia, w zakresie którego odnotowano różnicę pomiędzy pacjentami operowanymi z powodu złamania obojczyka a wybraną grupą zdrowych nastolatków było „Ogólne poczucie zdrowia”. W pozostałych wskaźnikach nie wykazano istotnych różnic w ocenie jakości życia.

### **3.2. Ocena wyników leczenia złamań obojczyka w oparciu o system punktacji UCLA**

Dokonano oceny ruchomości stawu barkowego w 35 punktowej skali UCLA. U wszystkich pacjentów poddanych badaniu (n=44) nie stwierdzono żadnych ograniczeń w zakresie funkcjonalności, ruchomości czy siły mięśniowej. Żaden z ocenianych pacjentów nie zgłaszał dolegliwości bólowych, każdy z nich zgłaszał pełną satysfakcję dotyczącą zakresu ruchomości kończyny po stronie operowanej. Ocena wg skali UCLA w 100% wynosiła 35 punktów.

## **VII Omówienie i dyskusja – przegląd piśmiennictwa**

Złamania obojczyka to jedne z najczęstszych złamań kości długich u dzieci – stanowią od 10 do 15% wszystkich złamań kości w tej grupie wiekowej. Zdarzają się znacznie częściej niż w populacji osób dorosłych, u których w 2/3 przypadków lokalizują się w obrębie trzonu kości. U dzieci lokalizacja ta dominuje jeszcze wyraźniej i dotyczy ponad 90% złamań obojczyka.<sup>24, 25, 49, 50, 107</sup> Według piśmiennictwa największa liczba incydentów urazowych okolicy obojczyka występuje w 3. oraz pomiędzy 13. a 15. rokiem życia.<sup>91</sup>

W omawianym materiale złamania trzonu obojczyka także stanowiły większość przypadków (97%) i najczęściej występowały w przedziale od 13. do 15. roku życia (ze średnią wieku 13,6 lat). Epidemiologicznie rozkład grupy uwzględniający płeć pacjentów korelował z danymi z piśmiennictwa, gdzie chłopcy stanowią dwukrotnie większą grupę niż dziewczynki (70% vs 30%).<sup>108</sup>

Celem leczenia każdego złamania obojczyka jest uzyskanie całkowitego zrostu kostnego z minimalnymi dolegliwościami bólowymi oraz przywrócenie pełnej sprawności motorycznej i siły mięśniowej kończyny górnej. W ostatnich kilkudziesięciu latach obserwuje się zmianę strategii

zaopatrywania złamań obojczyka. Dawniej jako standard uznawano leczenie zachowawcze. Obecnie u dorosłych i w wybranych przypadkach u dzieci i młodzieży jest ono zastępowane interwencją zabiegową. Większość złamań obojczyka u dzieci nie wymaga żadnej repozycji (ani zachowawczej, ani operacyjnej) i goi się prawidłowo z dobrym wynikiem odległym. Proste unieruchomienie w pętli ósemkowej lub temblaku na okres 2 - 3 tygodni z następczą kontrolą radiologiczną po 4 - 6 tygodniach oraz ograniczenie nadmiernej aktywności fizycznej przez okres 8 – 10 tygodni pozostaje najczęstszym sposobem zaopatrzenia złamania.<sup>24, 109</sup> Jest to możliwe dzięki specyficznym właściwościom obojczyka, w którym przebudowa kostna odbywa się na podłożu błoniastym a zakończenie procesu kostnienia następuje późno – w przypadku nasady bliższej może to być nawet 25. rok życia. W większości przypadków gruby mankiet okostnej, przy zachowaniu przynajmniej części jego ciągłości, zapewnia prawidłową przebudowę kostną z dobrym rokowaniem. Z tych ustaleń wynikały dawne rekomendacje, gdzie standardem postępowania, nawet przy znacznych przemieszczeniach u dorosłych pacjentów, było zaniechanie interwencji z zastosowaniem tylko okresowego unieruchomienia.

Pomimo bardzo dobrych możliwości gojenia się złamań obojczyka przy zastosowaniu samych tylko metod zachowawczych odnotowywano poważne komplikacje zarówno u dorosłych, jak i u młodzieży. Powikłania te dotyczyły braku zrostu, opóźnionego zrostu, złamań powtórnych, dolegliwości bólowych w obrębie miejsca złamania, ograniczenia motoryki barku, osłabienia jego siły czy deformacji kosmetycznych. W publikacjach z lat sześćdziesiątych skala tego problemu była mała, a odsetek powikłań leczenia był niski. W jednym z badań u 4 na 566 pacjentów zaobserwowano brak zrostu, w innym to samo powikłanie stwierdzono u 3 na 2235 chorych, a zrost opóźniony oraz zaburzenia motoryczne w obrębie obręczy barkowej odnotowano jedynie w 4% przypadków.<sup>110, 111</sup>

W późniejszych doniesieniach i metaanalizach, pochodzących z lat dziewięćdziesiątych XX wieku oraz z początku XXI wieku, zwrócono uwagę na znacznie wyższy odsetek powikłań leczenia przemieszczonych złamań obojczyka u pacjentów dorosłych, którzy nie zostali poddani leczeniu operacyjnemu. Hill i wsp. w swoim badaniu wykazali, że odsetek ten wynosił aż 31% niesatysfakcjonujących odległych wyników leczenia zachowawczego.<sup>102</sup> Podobne wyniki uzyskali Nordqvist i wsp., którzy w grupie 68 pacjentów wykazali brak prawidłowych wyników leczenia u 32% badanych.<sup>50</sup> Następne metaanalizy potwierdzały te obserwacje: przegląd systematyczny na podstawie 22 doniesień podsumowujący 2144 pacjentów ze złamaniem obojczyka wykazał odsetek braku zrostu na poziomie 15,1% w przypadku leczenia zachowawczego w porównaniu

z 2,2% u pacjentów poddanych leczeniu operacyjnemu.<sup>1</sup> Wśród głównych czynników predysponujących do tego rodzaju powikłań wymienia się: złamania przemieszczone ze skróceniem, złamania wieloodłamowe, towarzyszący złamaniu uraz wielonarządowy, złamania otwarte i zbyt krótkie unieruchomienie kończyny.<sup>112</sup> Powyższe doniesienia jednoznacznie obaliły zarówno pogląd o braku wskazań do leczenia operacyjnego złamań obojczyka jak i ogólną opinię o niskim odsetku powikłań w przebiegu leczenia zachowawczego. Ponadto określono niezależne czynniki mogące wpływać na możliwość pojawienia się niepowodzenia w leczeniu zachowawczym. Jednym z nich jest zakres przemieszczenia odłamów powyżej 2 cm, określany jako znaczący.<sup>102, 113</sup> Zaczęto również zwracać uwagę na odległą wydolność kończyny górnej po leczeniu złamania obojczyka. Analizy wykazały znaczne nasilenie dolegliwości bólowych, osłabienie siły mięśniowej i wytrzymałości w obrębie kończyny górnej, w której doszło do zaburzenia zrostu w przypadku braku interwencji chirurgicznej.<sup>1, 114</sup> Uzasadniając konieczność odległej oceny McKee i wsp. w swojej publikacji opisali przypadek znacznej poprawy wydolności pacjenta po wtórnej osteotomii obojczyka w miejscu nieprawidłowego zrostu. Potwierdziło to konieczność wykonania operacji po niesatysfakcjonującym leczeniu zachowawczym.<sup>115</sup>

Leczenie operacyjne wiąże się również z występowaniem powikłań. Opisywano infekcje, drażnienie skóry materiałem zespalającym z odczynem zapalnym powodującym konieczność jego wcześniejszego usunięcia, blizny, dolegliwości bólowe miejsca operowanego oraz wtórne złamania po usunięciu zespolenia. Skłoniło to do zdefiniowania grupy pacjentów odnoszącej największe korzyści z leczenia zabiegowego z uwzględnieniem typu złamania, wieku pacjenta oraz sposobu zaopatrzenia.<sup>116</sup>

Kolejne publikacje wyników badań randomizowanych ugruntowały rolę leczenia operacyjnego złamań obojczyka u dorosłych pacjentów. W 2007 roku opublikowano wyniki kontrolowanego, prospektywnego badania randomizowanego obejmującego 132 pacjentów w wieku od 16 do 60 lat leczonych zachowawczo lub za pomocą płytki nakostnej z powodu złamania obojczyka z przemieszczeniem.<sup>117</sup> W publikacji tej grupa pacjentów operowanych oceniona była znacząco lepiej w odniesieniu do wydolności kończyny górnej oraz czasu zrostu, zaobserwowano także mniejszą liczbę przypadków braku zrostu oraz brak zaburzeń zrostu. Odmiennosc uzyskanych wyników, w porównaniu z doniesieniami wcześniejszymi, autorzy tłumaczyli zmianą modelu oceny leczenia, odmiennymi oczekiwaniami pacjentów oraz bardziej traumatycznymi mechanizmami urazów. W swojej publikacji Smekel i wsp. opisali grupę 60 pacjentów z przemieszczonym złamaniem trzonu obojczyka, kwalifikując ich do badania

randomizowanego z podziałem na dwie grupy: grupę leczoną zachowawczo oraz grupę leczoną operacyjnie z wykorzystaniem ESIN (elastyczno-stabilne zespolenie wewnątrzszpikowe).<sup>118</sup> Prawidłowy wzrost uzyskano u wszystkich pacjentów leczonych operacyjnie. W grupie leczonej zachowawczo u 3 pacjentów (10%) nie uzyskano wzrostu, a u 2 (6,7%) wadliwy wzrost wymagający osteotomii. W ocenie wydolności kończyny górnej znamienne lepsze wyniki odnotowano w grupie leczonej operacyjnie. Pacjenci operowani byli również bardziej usatysfakcjonowani zarówno z efektu kosmetycznego, jak i odległych wyników. Pomimo tych obserwacji dotychczasowe przeglądy systematyczne i zalecenia nie wskazują jednoznacznie na przewagę metod inwazyjnych.<sup>2</sup> Wynika to z małej ilości danych pochodzących z kontrolowanych badań randomizowanych. Analiza Cochrane z 2013 roku dotycząca wyboru strategii postępowania wskazuje na niewielką, ale jednak znamienne statystycznie różnicę w liczbie incydentów niepowodzenia leczenia na korzyść stosowanych metod operacyjnych. Wnioski w niej zawarte oparto na siedmiu badaniach klinicznych, w których uczestniczyło 437 pacjentów. Niepowodzenia odnotowano u 9 (3,9%) pacjentów z 232 leczonych operacyjnie w porównaniu z 24 (11,7%) z 205 leczonych zachowawczo.

Przytoczone powyżej dane w całości oparte były na grupach pacjentów dorosłych lub grupach mieszanych. Z tego powodu nie powinny być bezpośrednio przenoszone na populację dziecięcą, w której możliwości przebudowy kostnej obojczyka są dużo większe. Dotychczas brakuje prawidłowo zaprojektowanych, randomizowanych badań klinicznych porównujących podejście inwazyjne i nieinwazyjne w leczeniu przemieszczonych złamań trzonu obojczyka u pacjentów w wieku poniżej 18 roku życia. Nie opublikowano także żadnych wytycznych dotyczących powyższego postępowania. Przy ich opracowywaniu nie można pominąć wniosków z cytowanych powyżej publikacji, nowych metod oceny odległych skutków leczenia oraz odmiennych oczekiwań chorych.

Stopniowo, od lat siedemdziesiątych poprzedniego wieku, w piśmiennictwie zaczęły pojawiać się opisy przypadków braku wzrostu złamanego obojczyka u dzieci poddanych leczeniu zachowawczemu.<sup>4, 119</sup> Szczególnie często dotyczyło to złamań zlokalizowanych w 1/3 dalszej obojczyka i skutkowało nieprawidłową jego przebudową pod postacią deformującego pogrubienia nazwanego „zdwojeniem” kości.

Obok opisów powikłań leczenia zachowawczego złamań obojczyka u dzieci pojawiły się doniesienia na temat otwartych repozycji i zespożeń wewnątrzszpikowych z dobrym doraźnym i odległym wynikiem gojenia.<sup>4, 120</sup> Z tego powodu w wybranych przypadkach argumentowano potrzebę stabilizacji obojczyka za pomocą drutu Kirschnera.<sup>121</sup>

W 2002 roku Kubiak i wsp. przedstawili retrospektywną analizę leczenia chirurgicznego 15 dzieci ze średnią wieku wynoszącą 13 lat (9,3 do 15,6 lat).<sup>122</sup> U tych pacjentów wykorzystano różne systemy stabilizacji obojczyka: zespolenie wewnątrzszpikowe, stabilizację zewnętrzną, szew kostny, zespolenie drutem Kirschnera oraz zespolenie za pomocą śruby. Lokalizacja złamań przedstawiała się następująco: w 8 przypadkach była to środkowa część trzonu obojczyka, w 2 nasada bliższa, w 5 nasada dalsza obojczyka. We wszystkich przypadkach odnotowano prawidłowe gojenie się kości z dobrym wynikiem odległym. W podsumowaniu autorzy określili leczenie zabiegowe złamań obojczyka jako metodę satysfakcjonującą, dającą dobre wyniki i pozbawioną powikłań.

W innym badaniu z roku 2009 Mehlman i wsp. opisali wyniki leczenia przemieszczonych złamań trzonu obojczyka u 24 pacjentów ze średnią wieku 12 lat (7 do 16 lat) poddanych otwartej repozycji i stabilizacji.<sup>123</sup> Większość złamań zaopatrzona została płytką nakostną, którą usuwano po zagojeniu się złamania. W przedstawionej przez nich analizie na podstawie zdjęć rentgenowskich oraz oceny funkcji kończyny wzięto pod uwagę szybkość gojenia oraz powikłania. Po ponad 2-letniej obserwacji nie zaobserwowano ani powikłań infekcyjnych ani epizodów braku zrostu. Dwudziestu jeden z 24 pacjentów powróciło do pełnej aktywności sportowej. Dwóch pacjentów zgłaszało dyskomfort w obrębie blizny, u jednego dziecka współistniało powikłanie ze strony nerwu łokciowego, spowodowane pierwotnym urazem. Wszystkie złamania uznano za wygojone. W podsumowaniu autorzy ocenili tę metodę leczenia jako bezpieczną i szczególnie wskazaną w przypadku złamań trzonu obojczyka z towarzyszącymi dodatkowymi urazami, złamań patologicznych oraz złamań ze znacznym przemieszczeniem odłamów. Dodatkowo autorzy zauważyli, że potencjał przebudowy kostnej u młodzieży nie pozostaje na tym samym poziomie przez cały okres dojrzwania. U pacjentów powyżej 14 roku życia, u których wzrost obojczyka na długość jest już ograniczony, mogą częściej występować zaburzenia lub powikłania zrostu.

Kolejnym problemem jest aktywność fizyczna po leczeniu złamania oraz chęć powrotu do pełnej sprawności fizycznej w jak najkrótszym czasie. Nastoletni pacjenci stanowią odrębną grupę, która wymaga odmiennego podejścia.

Vander Have i wsp. przedstawili analizę porównawczą 42 pacjentów ze złamaniem obojczyka w wieku od 12 do 17 lat. Otwartą repozycję z następczą stabilizacją zaproponowano 17 pacjentom a leczenie zachowawcze 25 chorym.<sup>124</sup> Wskazaniem do leczenia zabiegowego było przemieszczenie odłamów kostnych większe niż 2 cm. Średnie przemieszczenie w grupie operowanej wynosiło 27,5 mm w stosunku do 12,5 mm w grupie leczonej zachowawczo. W obu

tych grupach nie zanotowano braku zrostu. Średni powrót do pełnej aktywności wynosił 16 tygodni w grupie leczonej bez interwencji i 12 tygodni w grupie leczonej za pomocą stabilizacji nakostnej. Ponadto zaburzenie zrostu obojczyka ze średnim skróceniem odłamów o 26 mm zanotowano u 5 pacjentów leczonych zachowawczo, spośród których 4 wymagało korekcyjnej osteotomii. Autorzy w konkluzji podkreślili częstsze niż wcześniej opisywano występowanie zaburzeń zrostu w przebiegu zachowawczego leczenia przemieszczonych złamań obojczyka u młodzieży.

Kolejne czynnościowe wyniki leczenia zabiegowego złamań trzonu obojczyka przedstawiła Namdari i wsp.<sup>125</sup> Badanie objęło 14 osób w wieku średnim 12,9 lat (10,6 do 15,3 lat). Kwalifikacji dokonano na podstawie wskaźników wiekowych i radiologicznych. Analizę wyników przeprowadzono w oparciu o kwestionariusze oceny wydolności kończyny górnej. Podczas obserwacji wynoszącej średnio 37,9 miesięcy u wszystkich pacjentów uzyskano zrost i prawidłową wydolność kończyny górnej. Nie zaobserwowano powikłań ani w czasie operacji ani w okresie pooperacyjnym, zanotowano natomiast przypadki drętwienia i bolesności w miejscu wprowadzonego zespolenia.

Podobny rodzaj powikłań w postaci drażnienia skóry oraz dolegliwości bólowych, ustępujących po usunięciu materiału zespalającego, odnotowali Frye i wsp.<sup>126</sup> W badaniu tym oceniono 17 pacjentów ze złamaniem trzonu obojczyka, u których do zespolenia wewnątrzszpikowego użyto drutu gwintowanego. U wszystkich chorych odnotowano prawidłowy zrost w ciągu 3 miesięcy.

Pierwszą prospektywną analizę w tej grupie wiekowej przedstawili Rapp i wsp.<sup>127</sup> Ocenę efektywności i bezpieczeństwa otwartych repozycji złamań trzonu obojczyka z elastyczną stabilizacją wewnątrzszpikową oceniono na podstawie grupy 24 pacjentów w wieku średnim 13,6 lat. Stabilizacji dokonywano od strony odłamu proksymalnego za pomocą drutu tytanowego. U wszystkich pacjentów uzyskano prawidłowy zrost i bardzo dobry wynik funkcjonalny w przebiegu 12 miesięcznej obserwacji. Powikłania odnotowano u 5 pacjentów: u 3 doszło do pęknięcia lub wygięcia się drutu na skutek ponownego urazu, u 2 pacjentów zespolenie wymieniono a w pozostałych 2 przypadkach doszło do przebiccia skóry przez wystający koniec drutu. W podsumowaniu autorzy podkreślili bardzo dobry efekt kosmetyczny i funkcjonalny tej metody leczenia zwracając jednocześnie uwagę, że powikłania dotyczyły tylko pacjentów z wtórnymi urazami obojczyka lub pacjentów, u których pozostawiono zbyt długi odcinek materiału zespalającego poza kością.

## 1. Analiza kryteriów kwalifikujących do leczenia operacyjnego

Optymalna strategia leczenia złamań trzonu obojczyka u starszych dzieci i młodzieży jest nadal dyskusyjna. Nie jest jasne czy znaczące przesunięcie rekomendacji w piśmiennictwie na korzyść leczenia operacyjnego u pacjentów dorosłych można zastosować także w odniesieniu do populacji pediatrycznej. Przyjęty w obecnej pracy algorytm kwalifikowania pacjentów do leczenia zabiegowego oparto na cytowanych powyżej doniesieniach, w których obok wieku pacjenta najważniejszym kryterium był stopień przemieszczenia odłamów kostnych i ewentualne urazy towarzyszące.<sup>60</sup> Model ten został poparty doświadczeniami własnymi, które opublikowano w 2003 roku.<sup>22</sup> W tym badaniu zakwalifikowano do leczenia operacyjnego 23 pacjentów w wieku od 11 do 17 lat (średni wiek 14 lat). Wszystkie złamania dotyczyły środkowej 1/3 trzonu obojczyka z przemieszczeniem odłamów o ponad 2 cm. U tych pacjentów leczenie złamania polegało na otwartej repozycji i stabilizacji drutem Kirschnera. U wszystkich pacjentów uzyskano prawidłowy wzrost obojczyka.

W zaproponowanym obecnie algorytmie do leczenia operacyjnego kwalifikowano pacjentów ze złamaniem obojczyka z przemieszczeniem odłamów powyżej 2 cm. Złamania dotyczyły 1/3 środkowej lub 1/3 dalszej trzonu obojczyka i potwierdzone zostały w obrazie RTG. Podobne kryteria przyjęto w innych pracach.<sup>102, 113</sup> Niezależnie od zakresu przemieszczenia, do leczenia operacyjnego dodatkowo kwalifikowano złamania wieloodłamowe oraz złamania obojczyka powikłane urazami towarzyszącymi. Kolejnym kryterium kwalifikacyjnym był wiek pacjenta. Granica wieku, powyżej której kwalifikacja do leczenia inwazyjnego może być zastosowana, nie jest jasno określana i zawiera się pomiędzy 12. a 16. rokiem życia.<sup>117, 124</sup> Obserwowana obecnie akceleracja wzrostu, wcześniejsze dojrzewanie dzieci oraz zwiększona masa ciała często wymagają indywidualnego podejścia do leczenia, szczególnie u młodzieży. Zważywszy na ograniczenie wzrostu kości obojczyka na długość u dziewczynek po 9. roku życia a u chłopców po 12. roku życia przyjęto granicę 10 lat jako taką, powyżej której leczenie operacyjne może być rozpatrywane.<sup>26</sup> Ostateczna kwalifikacja była uzgadniana z rodzicami lub opiekunami pacjenta po jasnym przedstawieniu zalet i wad każdego ze sposobów postępowania.

Na podstawie tak zdefiniowanych kryteriów w opisanym materiale dotyczącym lat 2002-2012 do leczenia operacyjnego złamania obojczyka zakwalifikowano 407 pacjentów. Dalszej analizie poddano 363 chorych, których pełna dokumentacja medyczna umożliwiła określenie



wszystkich wymaganych kryteriów kwalifikacyjnych pod względem epidemiologicznym i klinicznym oraz ocenę wyników leczenia. Grupa ta, w porównaniu z danymi z piśmiennictwa, jest największą dotychczas analizowaną grupą pochodzącą z jednego ośrodka, w której zastosowano jednolity standard kwalifikacyjny. W jej obrębie 34 dzieci zostało zakwalifikowanych do repozycji otwartej z następczą stabilizacją przed ukończeniem 10. roku życia. W przeważającej części (61%) były to złamania wstępnie leczone zachowawczo, w których w kontroli klinicznej i radiologicznej przeprowadzanych po 2-4 tygodniach od złamania stwierdzano znaczne nasilenie skrócenia odłamów. U części pacjentów (26%) utrzymujące się dolegliwości bólowe oraz znaczny dyskomfort związany z drażniącym działaniem napinającej się skóry decydowały o zmianie sposobu leczenia. Czterech pacjentów zakwalifikowanych zostało do leczenia operacyjnego z powodu złamań z towarzyszącymi powikłaniami lub złamań wielomiejscowych.

Ponad połowę analizowanych pacjentów stanowiły dzieci w wieku od 13 do 15 lat. Koreluje to z obserwowanym w tym przedziale wiekowym nasileniem urazowości.<sup>91</sup> Opisywana grupa chorych charakteryzowała się podobnym jak w piśmiennictwie rozkładem uwzględniającym płeć oraz przyczyny urazów.<sup>50-52</sup> Większość (70%) stanowili chłopcy a najczęstszą podawaną przyczyną urazu skutkującą złamaniem obojczyka były jednopoziomowe upadki na kończynę górną podczas uprawiania sportów (56%). Upadki te były z roku na rok coraz częściej obserwowane, a ich odsetek w obrębie innych przyczyn zwiększał się wraz z wiekiem. Z dokładnej analizy wynika, że u ponad 1/3 pacjentów przyczyną złamania obojczyka były upadki z roweru lub innego sprzętu sportowego (m.in.: hulajnoga i deskorolka). Urazy komunikacyjne stanowiły przyczynę złamania obojczyka w 18%. Obrażenia wielonarządowe dotyczyły niewielkiej grupy pacjentów i były to najczęściej urazy czaszkowo-mózgowe oraz złamania towarzyszące.

Złamania zlokalizowane w 1/3 środkowej trzonu obojczyka były najczęstsze. W opisywanej grupie tego rodzaju złamania stanowiły blisko 97%. Pod względem klinicznym przeważały złamania poprzeczne ze skróceniem (> 72%, typ 2B1 wg Robinsona) oraz złamania wieloodłamowe (24%, typ 2B2 wg Robinsona).

## **2. Ocena wyników leczenia**

W omawianej grupie pacjentów zastosowano tylko zespolenia śródszpikowe. Wybór drutu Kirschnera podyktowany był mniejszą inwazyjnością techniki operacyjnej w porównaniu z płytką nakostną.<sup>128</sup> Zważywszy na konieczność usunięcia materiału zespalającego z kości u dzieci

i młodzieży, na korzyść tego sposobu stabilizacji przemawiała również łatwość wykonywania tej procedury.<sup>129</sup> W piśmiennictwie nie odnotowano jednoznacznych argumentów definiujących przewagę jednej z metod zespolenia: płytki nakostnej albo zespożeń wewnątrzszpikowych, przy uwzględnieniu odległych wyników dotyczących funkcjonalności kończyny, częstości braku zrostu czy infekcji okołoperacyjnych.<sup>130,131</sup> Wskazano natomiast na częstsze incydenty powtórnych złamań obojczyka po usunięciu zespożeń nakostnych.<sup>132</sup> Należy zwrócić uwagę, że Ferran i wsp. w badaniu randomizowanym wykazali, wprawdzie bez znamienności statystycznej, 40% powikłań w grupie pacjentów leczonych płytką nakostną w porównaniu z 12% u pacjentów leczonych przy pomocy zespolenia śródszpikowego.<sup>133</sup>

## **2.1. Ogólna ocena wyników leczenia oraz ocena wyników stabilizacji złamania w zależności od zastosowanej metody**

Ocena wyników leczenia jest jedną z ważniejszych części procesu terapeutycznego. Wybór systemów oceniania podyktowany był ich uniwersalnością i dostępnością. Wyniki terapeutyczne oceniono na podstawie zdjęć radiologicznych oraz sprawności kończyny górnej. Obiektywnym kryterium oceny procesu terapeutycznego jest zestawienie prawidłowych wyników leczenia z częstością powikłań. Najpoważniejszym powikłaniem złamania obojczyka w połowie długości trzonu jest brak jego zrostu. Według FDA (American Food and Drug Administration) brak zrostu każdej kości jest definiowany jako brak postępu w gojeniu się złamania po minimum 9 miesiącach od urazu, bez widocznych szans na zagojenie przez najbliższe 3 miesiące (definicja wg FDA z 1986 roku zatwierdzona podczas dorocznej konferencji Orthopaedic Trauma Association w 2011 roku). W przypadku złamań obojczyka okres dwunastu miesięcy wydaje się zbyt długi i przyjmuje się, że brak zagojenia po sześciu miesiącach spełnia kryteria braku zrostu przy potwierdzeniu klinicznym i radiologicznym.<sup>134</sup>

W celu porównania wyników pacjentów podzielono na dwie grupy uwzględniając zastosowany wariant zespolenia śródszpikowego. Oceny dokonano pod kątem staranności wykonanej stabilizacji zgodnie z założeniem metody, wyników leczenia oraz zależnych i niezależnych czynników wpływających na ostateczny wynik. U 347 spośród 363 pacjentów (95,59%) zastosowano zespolenie preferowane przez zespół chirurgów Szpitala – materiał stabilizujący wprowadzany od strony odłamu bliższego (Grupa A). Drugą grupę stanowili pacjenci,

u których zespolenie wprowadzane było ze szczeliny złamania do odłamu dalszego i następnie wstecznie do bliższego (Grupa B). Do tej ostatniej grupy zakwalifikowano 16 chorych (4,41%).

Pomiędzy obiema grupami nie wykazano różnic statystycznych pod względem płci i strony złamania. Wykazano znamienne częstszy odsetek złamań dotyczących 1/3 dalszej trzonu w Grupie B. Mediana czasu hospitalizacji w całej populacji analizowanych pacjentów wyniosła około 4 dni, bez różnic w poszczególnych grupach. Dłuższe pobyty były związane z urazami towarzyszącymi. Czas do usunięcia zespolenia był podobny i średnio wyniósł 11 tygodni.

Zabiegi otwartej repozycji z następującym po niej zespoleniem śródspikowym w badanej grupie wykonywali wszyscy lekarze wchodzący w skład jednego zespołu chirurgicznego. Procedury wykonywano według wystandaryzowanego schematu postępowania. Dla lepszego określenia czynników mogących mieć wpływ na efekt końcowy wprowadzono ocenę staranności wykonania zabiegu przy uwzględnieniu trzech atrybutów: średnicy materiału użytego do zespolenia, prawidłowości jego usytuowania w kanale szpikowym oraz stopnia kompresji odłamów złamania. Podobnej analizy dotyczącej leczenia złamań obojczyka nie udało się znaleźć w dostępnym piśmiennictwie. Pozwoliła ona lepiej zdefiniować punkty krytyczne dla każdego z wariantów metody oraz ocenić uniwersalność sposobu zaopatrzenia co do lokalizacji i typu złamania. Staranność metody oceniono na podstawie ogólnie przyjętych kryteriów dotyczących zespolień śródspikowych zaadaptowanych dla złamań obojczyka.<sup>24, 25, 85, 135</sup> Ocenę przeprowadzono na podstawie zdjęcia RTG wykonanego po zabiegu. W całej grupie wykazano błędy u ponad ¼ pacjentów. W Grupie A ich odsetek wyniósł 26%, w Grupie B:43%. Nie wykazano istotności statystycznej pomiędzy nimi. Z analiz szczegółowych wynika znamienne statystycznie większe prawdopodobieństwo wystąpienia błędów dotyczących kompresji odłamów w grupie pacjentów z zespoleniem wprowadzanym od strony odłamu dystalnego (Grupa B). W pozostałych aspektach nie wykazano różnic statystycznych.

Wyniki leczenia oceniano pod kątem występowania następujących powikłań: brak zrostu, zrost opóźniony, zrost nieprawidłowy oraz uszkodzenie lub deformacja materiału zespalającego. Dodatkowym kryterium traktowanym jako względne powikłanie kosmetyczne było zniekształcenie obojczyka w postaci zwiększonego odczynu kostnego utrzymującego się w sposób trwały.

U prawie wszystkich pacjentów uzyskano satysfakcjonujący zrost z dobrym odległym wynikiem funkcjonalnym. Średni okres powrotu do pełnej sprawności kończyny górnej, w tym powrotu do czynnego uprawiania sportu, wyniósł 11 miesięcy. Powikłania stwierdzono u 48 pacjentów, co stanowiło 13% całej populacji. Odsetek powikłań był znamienne statystycznie

wyższy w Grupie B w porównaniu z Grupą A (62% vs 10%). Przy pominięciu aspektu kosmetycznego wartości wynosiły odpowiednio 22% do 6,3%. Dodatkowo, w ramach analizy w modelu regresji logistycznej, wykazano 13,6 razy większe szanse na wystąpienie powikłań w przypadku stosowania metody z Grupy B.

Brak zrostu wystąpił u 3 (0,86%) spośród 347 pacjentów w Grupie A, natomiast nie zanotowano przypadku braku zrostu w Grupie B. Zrost opóźniony wykazano u 6 (1,72%) pacjentów w Grupie A oraz u jednego (6,25%) w Grupie B. W 5 przypadkach był on spowodowany nieprawidłowym położeniem materiału zespalającego. Po wydłużeniu czasu obserwacji z 16 do 27 tygodni uzyskano pełen zrost i powrót do pełnej sprawności kończyny górnej. W podstawie analizy regresji logistycznej wykazano 3-krotnie większe prawdopodobieństwo szansy na braku zrostu i 3,8-krotnie większe prawdopodobieństwo szansy na wystąpienia zrostu opóźnionego w Grupie B w porównaniu z Grupą A.

Szczegółowo przeanalizowano materiał kliniczny 3 pacjentów, u których nie uzyskano zrostu. Wiek pacjentów to odpowiednio 14, 16 i 17 lat. We wszystkich przypadkach uraz miał charakter wysokoenergetyczny (u 2 pacjentów upadek z konia, u 1 na hulajnodze). U wszystkich materiał stabilizujący nie był umieszczony optymalnie w jamie szpikowej: w 2 przypadkach drut wprowadzono zbyt blisko przełomu złamania, w 1 drut po wejściu w odłam dalszy przebił kość tuż za przełomem złamania. W jednym przypadku dodatkowo wykazano niepełną repozycję odłamów. Pomiędzy trzecim a szóstym miesiącem od pierwotnego zaopatrzenia u wszystkich trzech pacjentów wykonano ponowną repozycję ze stabilizacją wewnątrzszpikową uzyskując ostatecznie prawidłowy zrost. W badaniach kohortowych w przypadku pacjentów dorosłych brak zrostu po wykonaniu otwartych repozycji złamań obojczyka waha się od 0% do 5,71% (odpowiednik dla leczenia zachowawczego wahał się na poziomie 10%).<sup>136</sup> W metaanalizie opublikowanej przez Smeeing i wsp, opracowanej na podstawie dziewięciu prospektywnych badań randomizowanych (329 pacjentów), średni odsetek braku zrostu po leczeniu operacyjnym wynosił 1,52%, ale niektóre doniesienia podają nawet 3,23% tego rodzaju niepowodzeń (odpowiednio dla leczenia zachowawczego brak zrostu odnotowywano średnio u 11,8% pacjentów).<sup>117,137</sup>

U 11 pacjentów (3%) doszło do przebiccia skóry przez materiał użyty do zespolenia. Powikłanie to nie wpłynęło na wynik gojenia. Analiza porównawcza pomiędzy obiema metodami wykazała statystycznie istotne różnice w częstości uszkodzenia skóry przez materiał zespalający ( $p < 0,0001$ ) – tylko w 4 (1,15%) przypadkach dotyczyło to pacjentów Grupy A w porównaniu z aż 7 (43,75%) przypadkami w Grupie B. Na podstawie analizy regresji logistycznej można było

stwierdzić ponad 67-krotnie większą szansę na przebicie skóry w przypadku metody stosowanej w Grupie B.

U 30 pacjentów zaobserwowano zwiększone kostnienie w miejscu złamania – u 26 (7,45%) pacjentów z Grupy A oraz 4 (25%) z Grupy B. Różnica ta była znamienna statystycznie. Ryzyko deformacji kostnej w postaci zwiększonego kostnienia w miejscu złamania było ponad 4 razy większe u pacjentów Grupy B.

U 9 pacjentów zaobserwowano deformacje materiału zespalającego, które nie wpłynęły na przebieg gojenia. W 8 przypadkach stwierdzono tylko wygięcia drutu powodujące nieznaczne trudności w jego usuwaniu. W jednym przypadku doszło do pęknięcia drutu, przyczyną którego był ponowny upadek na bark podczas jazdy konnej po 3 miesiącach od pierwotnego zespolenia. Nie obserwowano powikłań infekcyjnych poza miejscowym odczynem skórny u pacjentów, u których doszło do przebicia skóry przez drut.

Dane z piśmiennictwa na temat powikłań złamań obojczyka oraz czynników mogących na nie wpływać u pacjentów poniżej 18. roku życia są bardzo ograniczone. W przypadku dzieci młodszych brak zrostu obojczyka był odnotowywany bardzo rzadko także przy zastosowaniu samego leczenia zachowawczego.<sup>120, 138, 139, 140</sup> U dzieci starszych i młodzieży przypadki te nie były tak rzadkie. Coraz częściej przeważają opinie, aby pacjentów powyżej 12-16 roku życia traktować tak jak pacjentów dorosłych.<sup>91, 141</sup> Podkreśla się wpływ staranności usadowienia materiału zespalającego w kości, jego uszkodzenie w wyniku zbyt wczesnej aktywizacji pacjenta czy też urazów wtórnych, jako istotnych dla końcowego wyniku terapeutycznego.<sup>125, 127, 129</sup>

W analizie grupy pacjentów bez wykazanego błędu przy zespoleniu nie znaleziono niektórych powikłań lub stwierdzono ich mniejszą liczbę. W grupie tej nie odnotowano braku zrostu ani przebicia skóry przez materiał zespalający, a zrost opóźniony dotyczył tylko 2 chorych. Dodatkowo opisywana metoda z powodzeniem została wykorzystana powtórnie u 3 pacjentów z brakiem zrostu oraz u pacjentów po leczeniu zachowawczym w przypadkach niepowodzenia w gojeniu. Przy założeniu prawidłowości jej wykonania świadczy to o znacznie większej skuteczności metody stabilizacji śródspikowej niż wynika to z powyższych danych.

Podsumowując wyniki całej badanej populacji metodę otwartej repozycji ze stabilizacją wewnątrzspikową złamanego obojczyka można określić jako bezpieczną, łatwą w stosowaniu i obciążoną niską ilością najistotniejszych powikłań. Porównując warianty metody wykazano większą efektywność oraz niższą liczbę powikłań w przypadku Grupy A. Stabilizacja od strony przelomu złamania (Grupa B) wiązała się z większym prawdopodobieństwem wystąpienia

powikłań, zwłaszcza związanych z przebicciem skóry przez zespolenie oraz nadmiernym kostnieniem okolicy przełomu złamania.

## **2.2. Analiza szczegółowa wybranej grupy pacjentów z określeniem niezależnych czynników predylekcyjnych dla ryzyka powikłań**

Celem pracy, obok oceny metody leczenia stosowanej w ośrodku autora, było określenie czynników predylekcyjnych mogących wpływać na efekt końcowy terapii. Dla zminimalizowania wpływu odmienności metody i zbyt młodego wieku grupę chorych ograniczono do pacjentów z ukończonym 9. rokiem życia oraz operowanych przy użyciu jednej metody. Ostatecznie ocenie poddano Grupę A, czyli pacjentów u których materiał stabilizujący wprowadzано od strony odłam bliższego. Wyżej wymienione kryteria spełniło 318 pacjentów. U 35 (11%) pacjentów stwierdzono powikłania leczenia operacyjnego. W ramach tak określonej grupy skorelowano częstość powikłań leczenia z częstością występowania błędu w zastosowanej metodzie. Wśród 233 pacjentów z prawidłowo wykonanym zespoleniem śródszpikowym u 9 stwierdzono powikłania. W grupie pacjentów, w której zespolenie nie było wykonane optymalnie powikłania wystąpiły u 26 na 85 pacjentów. Różnica pomiędzy tymi grupami była znamienna statystycznie ( $p=0,0001$ ) z 10-krotnie większym, określonym w ramach regresji logistycznej, prawdopodobieństwem wystąpienia powikłań przy błędzie metody. W analizie szczegółowej wykazano znamienność wpływu błędu metody na wszystkie rodzaje powikłań, poza deformacją zespolenia. Ten ostatni rodzaj komplikacji związany był bezpośrednio z doborem nieadekwatnej średnicy drutu zespalającego oraz brakiem odpowiedniej kompresji szpary złamania. Nieodpowiednia kompresja odłamów jak i nieprawidłowe położenie zespolenia były też niezależnymi, istotnymi przyczynami wpływającymi na opóźnienie zrostu. Powikłanie w postaci przebiccia skóry przez drut zespalający było związane z jego nieprawidłowym położeniem. Każdy błąd w zastosowanej metodzie zespolenia znamienne wpływał na zwiększone kostnienie.

W dalszych rozważaniach brano pod uwagę wpływ wieku pacjenta oraz typu złamania (zgodnie z podziałem wg Robinsona) na możliwość wystąpienia powikłań. Nie wykazano różnic między populacjami z i bez powikłań po leczeniu operacyjnym w zakresie wieku średniego, mediany wieku oraz typu złamania.

Według przeprowadzonej analizy jedynym niezależnym udowodnionym czynnikiem wpływającym na liczbę powikłań leczenia był brak zachowania należytej staranności w stosowaniu

metody operacyjnej. Przy jego wykluczeniu odsetek powikłań w ujęciu ilościowym i procentowym był mniejszy. Brak wpływu na liczbę powikłań ze strony innych czynników świadczy o uniwersalności metody w odniesieniu do umiejscowienia złamania, jego typu oraz wieku pacjenta.

### **3. Ocena jakości życia pacjentów oraz funkcji barku.**

W analizowanej populacji zaplanowano i przeprowadzono ocenę jakości życia pacjentów po wykonanych zabiegach repozycji i stabilizacji śródszpikowej złamania obojczyka. W piśmiennictwie można spotkać wiele definicji określających jakość życia związaną ze zdrowiem. Wszystkie z nich można sprowadzić do wielowymiarowej konstrukcji psychologicznej, która obejmuje fizyczne, psychiczne, socjalne oraz funkcjonalne obszary życia mające wpływ na zdrowie i chorobę.<sup>142,143</sup> W przypadku oceny HRQL po leczeniu najlepiej zastosować analizę porównawczą z walidowanymi, normatywnymi danymi. Jednakże utworzenie grupy porównawczej w określonym wieku i obszarze kulturowo-geograficznym jest jednym z większych problemów przy stosowaniu HRQL u dzieci i młodzieży. Badania oceniające zdrowe populacje prawie nigdy nie obejmowały samych nastolatków. Z tego powodu dane dla tej grupy wiekowej są najczęściej uśrednione w ramach całej populacji.<sup>144</sup> Dodatkowo, niezależnie od stosowanego rodzaju kwestionariusza, stwierdza się różnice w wynikach końcowych w zależności od metody zbierania danych. Dane zbierane w czasie wywiadu telefonicznego zwykle lepiej oceniały stan zdrowia niż te zbierane w sposób anonimowy, przez pocztę elektroniczną czy osobiste wypełnianie formularzy.<sup>145</sup> Stwierdzono również, że wraz z wiekiem, szczególnie u nastolatków, oceny w zakresie poczucia zdrowia mentalnego i fizycznego były niższe.<sup>146</sup> Ze względu na uniwersalność i dostępność grup porównawczych w ramach jednej metody do określenia HRQL wybrano kwestionariusz RAND-36. Jako metodę zbierania danych wybrano osobiste wypełnianie formularzy. Ze 150 pacjentów, do których wysłano zaproszenia na badania, zgłosiło się 44. Jako grupę porównawczą wybrano zdrowych nastolatków w podobnym przedziale wiekowym, od których dane zbierano drogą mailową. Nie wykazano różnic w wynikach oceny całkowitej, w wynikach oceny sfery życia fizycznego, psychicznego jak i w większości parametrów szczegółowych. Jedyna różnica dotyczyła ogólnego poczucia zdrowia (GH). Wpływ na obniżenie tego parametru mogła mieć ocena uzyskana od dziewczynek. Różnica w punktacji w obrębie płci wynosiła 17% (n=65 vs n=76), ale nie była istotna statystycznie. Na podstawie



uzyskanych wyników można stwierdzić, że ocena jakości życia związanego ze zdrowiem w obrębie grupy ocenianej nie odbiegała od oceny w grupie zdrowych nastolatków.

Podczas wizyty związanej z wypełnianiem formularza RAND-36 dodatkowo, celem uzupełnienia oceny stanu zdrowia klinicznego po zabiegu, przeprowadzono badanie wydolności klinicznej kończyn górnych. Dostępnych jest ponad 20 schematów oceny funkcjonalnej obręczy barkowej.<sup>101, 104, 147, 148</sup> Żaden z nich nie jest uniwersalnym, na co składa się szereg powodów: część z nich skoncentrowana jest na ocenie tylko jednego z parametrów (np. niestabilności obręczy barkowej), inne natomiast dotyczą wszystkich parametrów (ból, funkcjonalności, zakresu ruchomości, siły mięśniowej). Często skale te są dedykowane ocenie wyników określonych procedur zabiegowych. Korelacja pomiędzy różnymi systemami oceny nie jest jednoznacznie oceniana przez autorów. Gartsman i wsp. opisali ją jako umiarkowaną do silnej na podstawie badania 50 pacjentów ocenianych według różnych skal ocen: UCLA, ASES (ang. *American Shoulder and Elbow Surgeons scoring system*) oraz skali Constant.<sup>149</sup> Ci sami autorzy określili korelacje pomiędzy ASES, SPADI (ang. *Shoulder Pain and Disability Index*) oraz SST (ang. *Simple Shoulder Test*) jako dobrą. W innej publikacji, na podstawie oceny 70 pacjentów, te same korelacje oceniano jako niskie.<sup>150</sup> Wobec braku jednoznacznie preferowanego w piśmiennictwie systemu oceny, na potrzeby prowadzonej analizy wybrano jeden z popularniejszych i prosty do przeprowadzenia system oceny – UCLA. Określa on większość ocenianych zwykle parametrów, wśród których znajdują się ból, funkcjonalność, zakres ruchomości oraz siła mięśniowa. Podczas badania w 35 punktowej skali ruchomości stawu barkowego wszyscy pacjenci ocenili wydolność obręczy barkowej maksymalnie, a swoją satysfakcję pozytywnie. U żadnego z badanych pacjentów nie stwierdzono ograniczeń funkcjonalności, ruchomości ani obniżenia siły mięśniowej w ramach opisanej skali.

## VIII Wnioski i rekomendacje

### Wnioski:

1. Do leczenia operacyjnego złamań obojczyka kwalifikowali się pacjenci powyżej 10 roku życia ze złamaniem obojczyka typu 2B1, 2B2, 1B1, 1B2 (wg klasyfikacji Robinsona), z przemieszczeniem odłamów powyżej 2 cm lub z towarzyszącym uszkodzeniem naczyń lub nerwów oraz złamaniem niewykazującym postępu w gojeniu zachowawczym.
2. Otwarta repozycja złamania obojczyka ze stabilizacją wewnątrzszpikową od strony odłamu bliższego wiązała się z mniejszą liczbą powikłań, co rekomenduje ją jako optymalną w badanej grupie wiekowej.
3. Wykazano uniwersalność i skuteczność powyższej metody operacyjnej, niezależnie od typu złamania, wieku pacjenta czy przyczyny urazu obojczyka, przy starannie wykonanym zespoleniu wewnątrzszpikowym.
4. Jakość życia pacjentów po przeprowadzonym leczeniu operacyjnym obojczyka nie odbiegała od jej oceny w grupie zbliżonych wiekowo, zdrowych pacjentów.

### Rekomendacje:

Każdorazowo wskazania do otwartej repozycji i stabilizacji wewnątrzszpikowej powinny być analizowane indywidualnie oraz uzgadniane z opiekunami po uprzednim przedstawieniu możliwości terapeutycznych oraz sytuacji klinicznej.

Kwalifikacja do otwartej repozycji złamań obojczyka powinna obejmować dzieci powyżej 10 roku życia z przemieszczeniem odłamów > 2 cm na zdjęciu RTG w projekcji przednio-tylnej. Dodatkowo do leczenia operacyjnego powinny być kwalifikowane dzieci z mniejszymi przemieszczeniami w przypadkach nasilonego drażnienia skóry przez odłamy kostne, ze złamaniami wieloodłamowymi oraz innymi obrażeniami. Leczeniu operacyjnemu powinni również podlegać pacjenci z niezagojonym złamaniem obojczyka leczonym zachowawczo.

Przedstawione wyniki analizy pozwalają rekomendować zespolenia z użyciem drutu śródszpikowego. Do wykonania zespolenia odłamów złamanego obojczyka wystarczający jest, w większości przypadków, drut stalowy o średnicy 2,0 mm zapewniający dobre gojenie się złamania.

Wprowadzenie materiału od strony odłamu bliższego zmniejsza prawdopodobieństwo drażnienia lub przebiccia skóry. Usunięcie takiego zespolenia po zagojeniu złamania, co jest wymagane u pacjentów przed zakończeniem wieku kostnego, jest łatwiejsze oraz pozbawione dodatkowych ujemnych czynników wpływających na samopoczucie pacjenta. Metodzie wprowadzania drutu stabilizującego odłamy kostne od przełomu złamania, a następnie wstecznie do odłamu proksymalnego, częściej towarzyszą powikłania skórne. W celu uniknięcia powikłań zalecana jest śródoperacyjna zdjęcie radiologiczne oceniające położenia materiału zespalającego.

W postępowaniu pooperacyjnym zalecane jest unieruchomienie kończyny po stronie złamania w miękkim opatrunku typu Desaulta przez 10 - 15 dni czyli do ustąpienia obrzęku, wygojenia się rany i utrzymujących się dolegliwości bólowych. Kolejne zdjęcia kontrolne winny być wykonywane po 4 - 8 tygodniach od operacji.

W przypadku prawidłowego zrostu pacjenci kwalifikowani są do usunięcia zespolenia po 10 - 14 tygodniach od zabiegu.

## IX Streszczenie

Obojczyk łącząc kończynę górną z klatką piersiową pełni wiele ważnych funkcji motorycznych i ochronnych. Do jego złamań dochodzi najczęściej podczas upadku na wyprostowaną kończynę górną. Złamania obojczyka stanowią 10% do 15% wszystkich urazów kości u dzieci. Pomimo tak dużej częstości występowania brak jest w piśmiennictwie jednoznacznych rekomendacji dotyczących zasad leczenia tych przypadków. Dobór odpowiedniej strategii postępowania jest dużym wyzwaniem dla chirurga.

U młodszych dzieci większość przypadków złamania obojczyka leczona jest zachowawczo. U dzieci starszych i młodzieży strategia postępowania zmieniła się w ostatnich latach. Nieliczne pojawiające się publikacje wykazują przewagę leczenia operacyjnego nad postępowaniem zachowawczym w wybranych typach złamań obojczyka u dzieci starszych i młodzieży. Badania randomizowane wskazują na lepszą wydolność kończyny, szybszy wzrost, mniejszą liczbę występowania braku lub zaburzeń wzrostu w grupach operowanych. Brak prawidłowo zaprojektowanych prospektywnych badań randomizowanych u dzieci powoduje, że wybór metody leczenia pozostaje nadal przedmiotem dyskusji.

### Cel pracy

1. Analiza kryteriów kwalifikacyjnych do leczenia operacyjnego pod względem klinicznym i epidemiologicznym.
2. Ocena wyników leczenia w zależności od stosowanej metody oraz czynników wpływających na wynik końcowy.
3. Próba optymalizacji przyjętej metody operacyjnej.
4. Ocena satysfakcji oraz jakości życia pacjentów po leczeniu operacyjnym.

### Materiał i metoda

Analizie poddano populację 2407 dzieci leczonych z powodu złamania obojczyka. Na podstawie opracowanego algorytmu do otwartej repozycji złamania obojczyka ze stabilizacją wewnątrzszpikową zakwalifikowano 407 pacjentów. Dalszym badaniom poddano grupę 363 dzieci w wieku średnim 13,6 lat (7,6–18) z kompletną dokumentacją. Znaczącą przewagę stanowili chłopcy (70%). Pośród przyczyn złamania dominowały urazy doznane podczas uprawiania sportów – 56%, upadki jedno i dwupoziomowe – 24%, wypadki komunikacyjne – 18%.

We wszystkich przypadkach złamanie obojczyka rozpoznawano na podstawie badania przedmiotowego z wykonaniem zdjęcia radiologicznego w projekcji przednio-tylnej okolicy barkowej po stronie urazu lub z ujęciem obu barków. Przyjęto, aby do leczenia operacyjnego kwalifikować złamania obojczyka w połowie długości trzonu i końca dalszego obojczyka z towarzyszącym przemieszczeniem ponad 2 cm i/lub z odłamami pośrednimi oraz złamania powikłane (wkleszczenie tkanek miękkich, ucisk na naczynia i nerwy, uszkodzenie opłucnej, złamania towarzyszące okolicy barku) i złamania wcześniej leczone zachowawczo bez uzyskania zrostu.

Przed zabiegiem u wszystkich pacjentów wykonywano badania laboratoryjne: morfologię, grupę krwi, APTT. U wszystkich dzieci stosowano antybiotykoterapię. Ze względu na sposób wprowadzania zespolenia, dla potrzeb analizy, pacjentów podzielono na dwie grupy (Grupa A i B). Technika zabiegu w Grupie A polegała na odstąpieniu przełomu złamania przez wykonanie 2 cm cięcia skórno-mięśniowego nad linią obojczyka. Po uwidocznieniu odłamów rozwiercano ich jamę szpikową dla wprowadzenia drutu stabilizującego. Drut stabilizujący wprowadzano do odłamu bliższego z osobnego, punktowego nacięcia wykonywanego około 2-3 cm od linii cięcia w kierunku mostka. Po wykonaniu otwartej repozycji stabilizację złamania wykonywano przez wprowadzenie drutu z odłamu bliższego do dalszego. Koniec drutu stabilizującego po obcięciu i zagięciu chowano pod skórą. W Grupie B drut stabilizujący wprowadzano przez odłam dalszy obojczyka, przez skórę i na zewnątrz ciała. Po wykonaniu repozycji stabilizacji dokonywano przez wstecznie wprowadzanie drutu do odłamu bliższego. W postępowaniu pooperacyjnym stosowano miękkie unieruchomienie typu Desaulta przez okres 2 do 4 tygodni.

Dokonano oceny wyników leczenia oraz czynników wpływających na wynik końcowy. Zaplanowano wykonanie tego na podstawie dokumentacji medycznej oraz radiogramów obojczyka w projekcji AP wykonywanych trzykrotnie: po urazie, po wykonaniu repozycji ze stabilizacją wewnątrzszpikową oraz po wygojeniu złamania. Jako wynik prawidłowy uznawano złamanie zagojone. Zrost opóźniony, brak zrostu lub zaburzenie przebudowy kostnej w postaci zwiększonego kostnienia oceniono jako powikłanie. Do czynników mogących mieć wpływ na wynik końcowy analizowanego sposobu repozycji i stabilizacji wybrano: typ złamania obojczyka wg Robinsona, wiek pacjenta oraz prawidłowość wykonanego zespolenia.

Dodatkowo, średnio po 3,3 latach od zabiegu operacyjnego, w wybranej grupie pacjentów (n=44) oceniono jakość życia wykorzystując skalę RAND-36 oraz przeprowadzono analizę wydolności stawu barkowego na podstawie punktacji UCLA.

W ramach analizy statystycznej parametry mierzalne opisano za pomocą średniej arytmetycznej, odchylenia standardowego, mediany oraz pomiarów minimalnych i maksymalnych. Dla określenia wybranych czynników wpływających na możliwość pojawienia się powikłań leczenia użyto modelu regresji logistycznej.

## Wyniki

U 360 (99,17%) pacjentów uzyskano zrost z dobrym odległym wynikiem funkcjonalnym. Brak zrostu wystąpił tylko u trzech pacjentów, u których wykazano błąd w stosowanej metodzie stabilizacji.

W żadnej z analizowanych grup nie obserwowano powikłań infekcyjnych poza niewielkim odczynem skórny nad końcem wprowadzonego zespolenia. Znamienne statystycznie większe ryzyko wystąpienia błędów śródoperacyjnych (62% vs 10%) oraz innych powikłań pooperacyjnych (22% vs 6,3) odnotowano w Grupie B w porównaniu z Grupą A. Brak zrostu wystąpił u 3 spośród 347 pacjentów w Grupie A (0,86%), nie zanotowano przypadku braku zrostu w Grupie B. Zrost opóźniony wykazano u 6 pacjentów w Grupie A (1,72%) oraz u jednego w Grupie B (6,25%).

Szczegółowa analiza danych w obrębie grupy A wykazała, że ani wiek pacjenta ani typ złamania nie miały wpływu na ryzyko niepowodzenia. Jedynym niezależnym czynnikiem wpływającym na liczbę powikłań leczenia był brak dochowania staranności w stosowaniu metody operacyjnej. Przy wykluczeniu tej przyczyny odsetek powikłań w ujęciu ilościowym i procentowym był znacznie niższy niż w całej populacji badanej. Ograniczył się do dwóch przypadków zrostu opóźnionego (0,86%), czterech pacjentów z deformacją zespolenia (1,72%) oraz trzech (1,30%) pacjentów z nadmierną przebudową kostną, które nie wpłynęły na funkcjonalność kończyny.

W analizie odległej ocena jakości życia pacjentów przeprowadzona na podstawie formularza RAND-36 nie odbiegała od oceny grupy zdrowych rówieśników. Badanie ruchomości stawu barkowego w skali UCLA wykazało prawidłową, maksymalną wydolność obręczy barkowej u wszystkich pacjentów.

## Wnioski

1. Do leczenia operacyjnego złamań obojczyka kwalifikowali się pacjenci powyżej 10. roku życia ze złamaniem obojczyka typ 2B1, 2B2, 1B1, 1B2 (wg klasyfikacji Robinsona), z przemieszczeniem odłamów powyżej 2 cm lub z towarzyszącym uszkodzeniem naczyń lub nerwów oraz złamania niewykazujące postępu w gojeniu zachowawczym.

2. Otwarta repozycja złamania obojczyka ze stabilizacją wewnątrzszpikową od strony odłamku bliższego wiązała się z mniejszą liczbą powikłań, co rekomenduje ją jako optymalną w badanej grupie wiekowej.
3. Wykazano uniwersalność i skuteczność powyższej metody operacyjnej, niezależnie od typu złamania, wieku pacjenta czy przyczyny urazu obojczyka, przy starannie wykonanym zespoleniu wewnątrzszpikowym.
4. Jakość życia pacjentów po przeprowadzonym leczeniu operacyjnym obojczyka nie odbiegała od jej oceny w grupie zbliżonych wiekowo, zdrowych pacjentów.

### Rekomendacje

Do leczenia operacyjnego złamań obojczyka kwalifikowane powinny być dzieci powyżej 10. roku życia z przemieszczeniem odłamków > 2 cm, ze złamaniami wieloodłamowymi, ze złamaniami powikłanymi innymi obrażeniami oraz złamaniami, które nie uległy zagojeniu po leczeniu zachowawczym.

Zespolenie powinno wykonywać się z użyciem stalowego drutu śródszpikowego o średnicy 2,0 mm. Ze względu na rzadsze powikłania leczenia oraz łatwość usunięcia zespolenia po zagojeniu złamania, rekomenduje się wprowadzenie materiału zespalającego od strony odłamku bliższego. W celu uniknięcia powikłań zalecana jest śródoperacyjna zdjęcie radiologiczne oceniające położenia materiału zespalającego.

W postępowaniu pooperacyjnym zalecane jest unieruchomienie kończyny w opatrunku typu Desaulta przez 10 - 15 dni. Zdjęcia kontrolne powinny być wykonywane po 4 - 8 tygodniach od operacji. Usunięcia zespolenia wykonuje się zwykle po 10 - 14 tygodniach od zabiegu.



## **X Summary**

The clavicle, connecting the upper extremity with the thorax, has many motoric and protective functions. Clavicle fractures typically occur as a result of a fall onto an outstretched arm and account for 10 - 15% of all pediatric fractures. Despite such high frequency there are no clearly established criteria for conservative vs. surgical management. The choice of proper treatment is therefore a real challenge for the pediatric surgeon.

Over the last few years the strategy of clavicle fracture treatment has been continuously changing with surgical management taking over, especially in older children and adolescents. In younger children most of the fractures are treated conservatively. There is a number of publications proving the advantages of surgical management of particular types of clavicle fractures in older children and adolescents. Randomized controlled trials in operated patients have shown, faster union, less of non- or malunion incidents and better limb function. No randomized controlled trials are available in children so the choice of adequate treatment is constantly being debated.

### Aims of this thesis

1. To analyze the criteria of qualification for surgical management of clavicle fractures in the context of clinical and epidemiological factors.
2. To evaluate outcomes depending on the employed surgical technique and other determinants.
3. To optimize the surgical technique in children.
4. To assess patients' satisfaction and postoperative quality of life.

### Material and method

A group of 2407 patients with clavicle fracture was analyzed. Four hundred seven children with clavicle fracture were operated on. Treatment was based on a locally developed algorithm consisting of an open reduction followed by intramedullary nailing of the broken bone. Three hundred sixty-three patients with full medical documentation were evaluated in detail. The mean

age of patients was 13.6 years (range 7.6 - 18). Fractures did occur more often in boys (70%) and were mostly caused by sport trauma (56%), falls (24%) and traffic accidents (18%).

In all of cases clavicle fracture was diagnosed after a physical examination and a radiogram in antero-posterior projection of either trauma side or both sides. Clavicle fractures qualified to surgical treatment were: shaft and distal end fractures with a dislocation of > 2cm, complex fractures, fractures with malunion after conservative treatment.

Before the surgical procedure in all of the patients the following laboratory tests were performed: complete blood count, blood group and activated partial thromboplastin time. Antibiotic prophylaxis was administered. For the purpose of analysis patients were divided into two groups (A and B) depending on the method of wire introduction. Operation technique in group A consisted of exposing the fracture by 2cm-long incision over clavicle line followed by widening medullar cavity of both bone fragments in order to introduce the stabilization wire. The wire was introduced into the proximal fragment through an additional point-incision localized up to 3cm from incision line towards sternum. After open reduction the stabilization was made by introducing a wire from proximal to distal fragment. The ending of the wire was cut, bent and hidden under the skin. In group B the wire was introduced into the distal fragment from the fracture site and subsequently, after the open reduction, moved into the proximal fragment to stabilize the fracture. In postoperative treatment soft Dessault immobilization was used for 2 – 4 weeks.

Outcomes and factors influencing the final effect were evaluated. Evaluation was based on medical documentation and radiograms of the clavicle in antero-posterior projection which were taken at three time points: directly after the injury, after the surgical treatment and after the bone union. Healed fractures were qualified as a correct outcome. Malunion and nonunion were qualified as an incorrect outcome. Analyzed factors that could influence the final effect were: type of clavicle fracture according to Robinson's classification, age of patient, correctness of the stabilization.

Additionally, after average time of 3.3 years postoperatively, in selected group of patients (n=44) the quality of life was evaluated with RAND 36-item questionnaire and the efficiency of acromioclavicular joint was evaluated by UCLA shoulder rating scale.

Age of patient, length of hospital stay, time of intramedullary stabilization removal and time of antibiotic therapy were statistically analyzed using standard deviation arithmetic mean,

median, maximal and minimal measurements. The logistic regression model was used to determine factors possibly affecting the rate of complications.

## Results

In most of the cases (n=360; 99,17%) fractures healed correctly with good long-term functional outcomes. Nonunion was observed only when incorrect stabilization method was chosen.

Apart from soft tissue and skin irritation caused by the wire end, no pin-tract infections were observed in the analyzed groups. The risk of intra-operative errors (62% vs. 10%) and postoperative complications (22% vs. 6.3%) was statistically higher in group B. Nonunion occurred in 3 out of 347 patients in group A (0.86%) and in none of the patients in group B. Malunion occurred in 6 patients in group A (1.72%) and in 1 in group B (6.25%).

The detailed analysis within group A revealed that neither age nor type of fracture were factors affecting the risk of treatment failure. The only independent factor influencing the number of complications was the lack of meticulousness while performing the surgery. After excluding it the complication rate was much lower in this group than in the whole researched population (n=9 vs. n=35; 3,86% vs. 11%) and was limited to two cases of late union and four of patients with stabilization deformity (1.72%) or three with exostosis (1.30%). Neither of these did affect the function of the extremity.

The quality of life was evaluated with RAND 36-item questionnaire and in long-term analysis it did not differ from the peer group. All evaluated patients showed correct maximal efficiency of the shoulder girdle as per the UCLA shoulder rating scale.

## Conclusions

1. Qualification criteria for surgical treatment of clavicle fractures in children include:  
age of the patient > 10years with clavicle fracture types 2B1, 2B2, 1B1, 1B2 (according to Robinson classification), fractures with the dislocation > 2cm, fractures with neurovascular damages and fractures treated conservatively without union.
2. The complication rate was lower in patients with the wire introduced from the proximal fragment. Such technique may therefore be recommended in the evaluated age group.

3. Applying meticulous technique universality and effectiveness of described operative method were proved - neither age of patient, trauma cause nor type of fracture were factors affecting the risk of treatment failure.
4. The quality of life did not differ in the patients and the healthy peer group.

### Recommendations

Children qualified to operative treatment of clavicle fractures should be older than 10 years with fracture dislocation more than 2cm, with complex fractures or malunion of the fracture after conservative treatment.

Stabilization should be performed with intramedullar wire (diameter 2.0mm) introduce from proximal fragment. In order to avoid complications, an intra-operative radiogram evaluating the location of the stabilization wire is recommended.

Postoperatively soft Dessault immobilization is recommended for 10 - 15days. Control radiograms should be performed after 4 - 8weeks and stabilization wire removal after 10 – 14 weeks postoperatively.

## XI Piśmiennictwo

- <sup>1</sup> Zlowodzki M, Zelle BA, Cole PA, et al. Treatment of acute midshaft clavicle fractures: systematic review of 2144 fractures. *J Orthop Trauma*. 2005;19:504–507.
- <sup>2</sup> Lenza M, Buchbinder R, Johnston RV, Belloti JC, Faloppa F. Surgical versus conservative interventions for treating fractures of the middle third of the clavicle. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2013, Issue 6.
- <sup>3</sup> Caird MS. Clavicle shaft fractures: are children little adults? *J Pediatr Orthop*. 2012 Jun;32 Suppl 1:1–4.
- <sup>4</sup> Jablon M, Sutker A, Post M. Irreducible fracture of the middle third of the clavicle. Report of a case. *J Bone Joint Surg Am*. 1979 Mar;61(2):296–8.
- <sup>5</sup> Fry J: Foto of the “Edwin Smith Surgical Papyrus”. In Rockwood CA, Wilkins KE, King RE : *Fractures in Children*, Philadelphia: JB Lippincott, 1984, p 679.
- <sup>6</sup> Adams CF: *The Genuine Works of Hippocrates*. Baltimore: Williams & Wilkins, 1939.
- <sup>7</sup> Van der Kiste, John, William and Mary (2003) ISBN 0-7509-3048-9 p 251–254
- <sup>8</sup> Lancet editorial: Sir Robert Peel’s death. *Lancet* 2:19, 1850.
- <sup>9</sup> Dupuytren LB: *On the injuries and Diseases of Bone* (trans L. Clark.) London: Sydenham Society, 1847.
- <sup>10</sup> Gibbon JH: Lucas-Championniere and mobilization in the treatment of fractures. *Surg Gynecol Obstet* 43:271–278, 1926.
- <sup>11</sup> Sayer L: A simple dressing for fractures of clavicle. *Am Practitioner* 4:1, 1871.
- <sup>12</sup> Gaździk T: *Zespolenia śródszpikowe*. Wydanie 1, PZWL Warszawa 2006.
- <sup>13</sup> Albin Lambote, 1866-1955, In Memoriam. *J Bone Joint Surg Br*. 1956 May;38-B(2):576–7.
- <sup>14</sup> Bartoníček J: Early history of operative treatment of fractures. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2010 Nov;130(11):1385–96.
- <sup>15</sup> Brockway A: Use of the intramedullary beef-bone graft in open reductions of the clavicle. *The Journal of Bone & Joint Surgery*: July 1930.
- <sup>16</sup> Küntscher G, Maatz R (1945) *Technik der Marknagelung*. Thieme, Leipzig.
- <sup>17</sup> Murray G. A method of fixation for fracture of the clavicle. *J Bone Joint Surg* 1940 ; 22-A : 616–620.
- <sup>18</sup> Zenni EJ Jr, Krieg JK, Rosen MJ. Open reduction and internal fixation of clavicular fractures. *J Bone Joint Surg Am*. 1981 Jan;63(1):147–51.
- <sup>19</sup> Metaizeau JP, Ligier JN. Surgical treatment of fractures of the long bones in children. Interference between osteosynthesis and the physiological processes of consolidation. Therapeutic indications. *J Chir (Paris)*. 1984 Aug-Sep;121(8-9):527–37.
- <sup>20</sup> Grażyński J, Krzyżański Z: Experience in treatment of shaft fractures in children employing Metaizeau elastic stable intramedullary nailing”, *Suppl nr 2/1998 of the Prob. of Paed. Surg*, 1993, 478 – 480.
- <sup>21</sup> Grażyński J: Ocena leczenia złamań trzonów kości udowych u dzieci metodą śródszpikowego zespolenia elastyczno-stabilnego Metaizeau, *Przewód doktorski Akademia Medyczna im. K. Marcinkowskiego w Poznaniu*, 1993.
- <sup>22</sup> Grażyński J. Leczenie operacyjne złamań obojczyka u dzieci. *Chir Narzadow Ruchu Ortop Pol* 2003; 68(1):19-21.
- <sup>23</sup> Buckwalter J.A.: *Bone Biology 1: Structure, blood supply, cells, matrix and mineralization*. *Instr. Course Lect.* 45:371–386, 1996.
- <sup>24</sup> Okłot K: *Urazy kostno-stawowe u dzieci. Praktyczny podręcznik*. Wydanie I, PZWL Warszawa 2008.
- <sup>25</sup> Rockwood C.A.. *The Shoulder*. Fourth Edition. Elsevier Inc. 2009.
- <sup>26</sup> McGraw MA1, Mehlman CT, Lindsell CJ, Kirby CL. Postnatal growth of the clavicle: birth to 18 years of age. *J Pediatr Orthop*. 2009 Dec;29(8):937–43.
- <sup>27</sup> Reicher M: *Kości. Stawy i więzadła. Mięśnie*. *Anatomia człowieka, tom I*, Bochenek A, Reicher M (red) PZWL Warszawa 1990; 438–82.
- <sup>28</sup> Agur A, Lee M: *Grant Atlas anatomii*. I wydanie polskie, Górnicki Wydawnictwo Medyczne, Wrocław 2002.
- <sup>29</sup> Abbot LC, Lucas DB: The function of the clavicle: Its surgical significance. *Ann Surg* 140: 583 – 599, 1954.
- <sup>30</sup> Wood VE. The results of total claviclectomy. *Clin Orthop Relat Res* 207:186–190, 1986.
- <sup>31</sup> Edelson JG. The bony anatomy of clavicular malunions. *J Shoulder Elbow Surg* 12:173-178, 2003.
- <sup>32</sup> Abbot AE. Stress fracture of the clavicle in the female lightweight rower. A case report and review of the literature. *Am J Sports Med* 29:370–372, 2001.
- <sup>33</sup> Birch J.G., Herring J. A.: *Surgical anatomy of skeletal physes*. *J. Pediatric Orthop*.4: 224, 1984.
- <sup>34</sup> Lewis WH. The development of the arm in man. *Am J Anat* 1: 145 – 183, 1902.
- <sup>35</sup> Gardner E: The embryology of the clavicle. *Clin Orthop Relat Res* 58: 9 – 16, 1968.
- <sup>36</sup> Góral R: *Zarys Chirurgii. Podręcznik dla studentów medycyny*. Warszawa: PZWL, 1994.

- <sup>37</sup> Harrington MA Geometric properties and the predicted mechanical behavior of adult human clavicles. *J Biomech.* 1993 Apr-May;26(4-5):417–26.
- <sup>38</sup> Fallon KE: Stress fracture of the clavicle in a young female gymnast. *Br J Sports Med* 35: 448–449, 2001
- <sup>39</sup> Roset-Llobet J: Sport-related stress fracture of the clavicle: A case report. *Int Orthop* 22: 266–268, 1998.
- <sup>40</sup> Link TM: Primary bone tumors and "tumor-like lesions" of the shoulder. Their histopathology and imaging. *Rofo.* 170(5):507–13. 1999.
- <sup>41</sup> Bernard TN. Enchondroma of the proximal clavicle: An unusual cause of pathologic fracture dislocation of the sternoclavicular joint. *Clin Orthop Relat Res.* 167: 239–241, 1982.
- <sup>42</sup> Smith J. Primary tumors and tumor-like lesions of the clavicle. *Skeletal Radiol* 17:235–246. 1988.
- <sup>43</sup> Mnaymneh W. Pathologic fracture of the clavicle caused by arteriovenous malformation. *Clin Orthop Relat Res.* 148: 156-158. 1980.
- <sup>44</sup> Cadilhac C: Congenital pseudarthrosis of the clavicle: 25 childhood cases. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 86: 575–580, 2000.
- <sup>45</sup> Ettl V. Surgical treatment of congenital pseudarthrosis of the clavicle: a report of three cases and review of the literature. *Eur J Pediatr Surg* 15:56–60,2005.
- <sup>46</sup> Rubin A. Brith injuries: Incidence, mechanisms, and end reults. *Obstet Gynecol* 23:218-221. 1964.
- <sup>47</sup> Hsu TY. Neonatal clavicular fracture: clinical analysis of incidence, predisposing factors, diagnosis, and outcome. *Am J Perinatol* 19(1):17–21. 2002.
- <sup>48</sup> Bishop JY, Flatow EL. Pediatric shoulder trauma. *Clin Orthop Relat Res.* 2005;432:41–48.
- <sup>49</sup> Koszła M: Złamania i zwichnięcia u Dzieci. PZWL, Warszawa, 1986.
- <sup>50</sup> Nordqvist A, Petersson C. The incidence of fractures of the clavicle. *Clin Orthop Relat Res.* 1994 Mar;(300): 127–32.
- <sup>51</sup> Landin LA. Fracture patterns in children. Analysis of 8 682 fractures with special references to incidence, etiology and secular changes in Swedish urban population 1950-1979. *Act Orthop Scand Suppl.* 1983; 202: 1–109.
- <sup>52</sup> Chilarski A. Urazy wielonarządowe u dzieci - analiza kliniczna i epidemiologiczna. *Przegl. Ped.* 1988, 4, 217–224.
- <sup>53</sup> Allman FL. Fractures and ligamentous injuries of the clavicle and its articulation. *J Bone Joint Surg Am* 49: 774–784. 1967.
- <sup>54</sup> Craig EV: Fractures of the clavicle. In Rockwood CA Jr, Matsen FA III: *The Shoulder.* Philadelphia, WB Saunders, 1990, pp 367–412.
- <sup>55</sup> Rowe CR: An atlas of anatomy and treatment of mid-clavicular fractures. *Clin Orthop* 58:29–42, 1968.
- <sup>56</sup> Heppenstall RB: Fractures and dislocations of the distal clavicle. *Orthop Clin North Am* 6: 477–486, 1975.
- <sup>57</sup> Eidman DK: Acromioclavicular lesions in children. *Am J Sports Med* 9: 150-154, 1981.
- <sup>58</sup> Falstie-Jensen S: Pseudodislocation of acromioclavicular joint. *J Bone Joint Surg Br* 64: 368–369, 1982.
- <sup>59</sup> Rockwood CA: Treatment of the outer clavicle in children and adults. *Orthop Trans* 6: 472, 1982.
- <sup>60</sup> Robinson CM: Fractures of the clavicle in the adult. Epidemiology and classification. *J Bone Joint Surg Br* 80: 476-484. 1998.
- <sup>61</sup> OA/OTA Fracture Classification. The Orthopaedic Trauma Association. <https://aotrauma.aofoundation.org>.
- <sup>62</sup> Aleo D: Missed clavicular fracture; inadequate radiograph or occult fracture? *Emerg Med J* 22:232–233, 2005.
- <sup>63</sup> WidnerLA: The value of the lordotic view in diagnosis of fractured clavicle. *Rev in Radiol* 5:69–70, 1980.
- <sup>64</sup> Quesana F: Technique for roentgen: Diagnosis of fractures of the clavicle. *Surg Gynecol Obstet* 42:4261–4281, 1926.
- <sup>65</sup> Sloan A: Congenital pseudarthrosis of the clavicle: the role of CT-scanning. *Acta Orthop Belg* 72: 356–358, 2006.
- <sup>66</sup> Melenevsky Y: Clavicle and acromioclavicular joint injuries: a review of imaging, treatment, and complications. *Skeletal Radiol* 40:831–842, 2011.
- <sup>67</sup> Katz R: Fracture of clavicle in the newborn: An ultrasound diagnosis. *J Ultrasound Med* 7:21–23, 1988.
- <sup>68</sup> Zanca P: Shoulder pain: involvement of the acromioclavicular joint. (Analysis of 1,000 cases). *Am J Roentgenol Radium Ther Nucl Med* 112:493–506, 1971.
- <sup>69</sup> Cadilhac C. Congenital pseudarthrosis of the clavicle: 25 childhood cases. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 86(6):575–80. 2000.
- <sup>70</sup> Mohan RP. Cleidocranial dysplasia: clinico-radiological illustration of a rare case. *J Oral Sci* 52(1):161-166. 2010
- <sup>71</sup> Gobet R. Medial clavicular epiphysiolysis in children: the so-called sterno-clavicular dislocation. *Emerg Radiol* 10(5):252–5. 2004.
- <sup>72</sup> Watson-Jones R.: Złamania i urazy kości I stawów. T.2. Warszawa: PZWL 1958.
- <sup>73</sup> Grażyński J.: Aktualne poglądy na fizjologię gojenia złamań kości. *Probl. Chir. Dziecięcej*, 1984, 11, 93–96.
- <sup>74</sup> Johstone E.W.: The biological aspects of children's fractures. *Fractures in Children*, Rockwood and Wilkins. Lippincott Williams & Wilkins, 2001, wyd. V, 2, 21–47.
- <sup>75</sup> Kenwright J. Effect of controlled axial micromovement on healing of tibial fractures. *Lancet.* 1986 Nov 22;2(8517):1185–7.

- <sup>76</sup> Kenwright J. Axial movement and tibial fractures. A controlled randomised trial of treatment. *J Bone Joint Surg Br.* 1991 Jul;73(4):654–9.
- <sup>77</sup> Howard FM. Injuries to the clavicle with neurovascular complications. A study of fourteen cases. *J Bone Joint Surg Am.* 1965 Oct;47(7):1335–46.
- <sup>78</sup> Taitsman LA. Open clavicle fractures and associated injuries. *J Orthop Trauma.* 2006 Jul;20(6):396–9.
- <sup>79</sup> Barbier O. Injury to the brachial plexus by a fragment of bone after fracture of the clavicle. *J Bone Joint Surg Br.* 1997 Jul;79(4):534–6.
- <sup>80</sup> Watanabe K. Late-onset brachial plexus palsy caused by subclavian pseudoaneurysm formation after clavicular fracture. *J Trauma.* 2005 May;58(5):1073–4.
- <sup>81</sup> Gardner MA. Intrathoracic great vessel injury resulting from blunt chest trauma associated with posterior dislocation of the sternoclavicular joint. *Aust N Z J Surg.* 1983 Oct;53(5):427–30.
- <sup>82</sup> Lehnert M. Fracture and retrosternal dislocation of the medial clavicle in a 12-year-old child--case report, options for diagnosis, and treatment in children. *J Pediatr Surg.* 2005 Nov;40(11):e1–3.
- <sup>83</sup> Joseph PR. Clavicular fractures in neonates. *Am J Dis Child* 1990; 144: 165–167
- <sup>84</sup> Anderson K. Treatment of clavicular fractures. Figure-of-eight bandage versus a simple sling. *Act Orthop Scand* 1987; 58: 71–74.
- <sup>85</sup> Sokołowski T: Operacje chirurgiczne w leczeniu złamań i urazów kończyn. Wydanie I, PZWL 1956.
- <sup>86</sup> Mazet R. Migration of a Kirschner wire from shoulder region into the lung. Report of two cases. *J Bone Joint Surg* 1943; 25: 477–483.
- <sup>87</sup> Bostman O. et al: Complication of plate fixation in fresh displaced midclavicular fractures. *J Trauma* 43:778–783, 1997.
- <sup>88</sup> Schwarz N. et al: Osteosynthesis of irreducible fractures of clavicle with 2,7 mm ASIF plates. *J Trauma* 33:179–183, 1992.
- <sup>89</sup> Shahid R et al.: Plate fixation of clavicle fractures. A comparative study between reconstruction and dynamic compression plate. *Acta Orthop Belg.* 73(2):M 170–174, 2007.
- <sup>90</sup> Ngarmukos C. Fixation of fractures of the midshaft of the clavicle with Kirschner wires. *J Bone Joint Surg Br* 1998; 80(1):106–108.
- <sup>91</sup> Strauss BJ, Carey TP, Seabrook JA, Lim R. Pediatric clavicular fractures: assessment of fracture patterns and predictors of complicated outcome. *J Emerg Med.* 2012 Jul;43(1):29–35.
- <sup>92</sup> Hosalkar HS, Parikh G, Bittersohl B. Surgical fixation of displaced clavicle fracture in adolescents: a review of literature. *Orthop Rev (Pavia).* 2013 Oct 2;5(3):e29.
- <sup>93</sup> Randsborg PH, Fuglesang HF, Røtterud JH, Hammer OL, Sivertsen EA. Long-term patient-reported outcome after fractures of the clavicle in patients aged 10 to 18 years. *J Pediatr Orthop.* 2014 Jun;34(4):393–9.
- <sup>94</sup> Prinz KS. Dislocated midclavicular fractures in children and adolescents: who benefits from operative treatment? *Orthop Unfall* 2010; 148(1):60–65.
- <sup>95</sup> LaVelle DG. Delayed union and nonunion of fractures. In Canale ST editor(s). *Campbell's operative orthopedics.* 10<sup>th</sup> Edition. Philadelphia: Mosby, 2003: 3125–65.
- <sup>96</sup> Jeray KJ. Acute midshaft clavicular fracture. *The Journal of the American Academy of Orthopedic Surgeons* 2007;15(4): 239–48.
- <sup>97</sup> Wilkins RM, Johnston RM. Ununited fractures of the clavicle. *Journal of Bone and Joint Surgery – American Volume* 1983;65(6):773–8.
- <sup>98</sup> Whelan DB, Bhandari M, McKee MD, Guyatt GH, Kreder HJ, Stephen D, Schemitsch EH. Interobserver and intraobserver variation in the assessment of the healing of tibial fractures after intramedullary fixation. *J Bone Joint Surg Br.* 2002 Jan;84(1):15–8.
- <sup>99</sup> Ware, J.E., Jr., and Sherbourne, C. D. "The MOS 36-Item Short-Form Health Survey (SF-36): I. Conceptual Framework and Item Selection," *Medical Care*, 30:473–483, 1992.
- <sup>100</sup> Tylka J., Piotrowicz R.: Kwestionariusz oceny jakości życia SF – 36 wersja polska *Kardiologia Polska* 2009;67:1166–1169
- <sup>101</sup> Kirkley A, Griffin S, Dainty K. Scoring systems for the functional assessment of the shoulder. *Arthroscopy: Journal of Arthroscopic and Related Surgery.* 2003; 19(10): 1109–1120.
- <sup>102</sup> Hill J.M., McGuire M.H., Crosby L.A. Closed treatment of displaced middle-third fractures of the clavicle gives poor results. *J Bone Joint Surg Br.* 1997 Jul;79(4):537–9.
- <sup>103</sup> Hays RD, Morales LS. The RAND-36 measure of health-related quality of life. *Ann Med.* 2001 Jul;33(5):350–7.
- <sup>104</sup> Amstutz HC, Sew Hoy AL, Clarke IC. UCLA anatomic total shoulder arthroplasty. *Clin Orthop.* 1981;155:7–20.
- <sup>105</sup> Muscles You Must Know <http://sumo.ly/AdxV> via HashiMashi

- 
- <sup>106</sup> Jörngården A, Wettergen L, von Essen L. Measuring health-related quality of life in adolescents and young adults: Swedish normative data for the SF-36 and the HADS, and the influence of age, gender, and method of administration. *Health Qual Life Outcomes*. 2006 Dec 1;4:91.
- <sup>107</sup> Postacchini F, Gumina S, De Santis P, Albo F. Epidemiology of clavicle fractures. *J Shoulder Elbow Surg*. 2002 Sep-Oct;11(5):452–6.
- <sup>108</sup> Paladini P, Pellegrini A, Merolla G, Campi F, Porcellini G. Treatment of clavicle fractures. *Transl Med UniSa*. 2012 Jan 18;2:47–58. Print 2012 Jan.
- <sup>109</sup> Kocher MS, Waters PM, Micheli LJ. Upper extremity injuries in the paediatric athlete. *Sports Med*. 2000 Aug;30(2):117–35.
- <sup>110</sup> Neer CS. Nonunion of the clavicle. *JAMA*. 1960;172:1006–1011.
- <sup>111</sup> Rowe CR. An atlas of anatomy and treatment of midclavicular fractures. *Clin Orthop Rel Res*. 1968;58:29–42.
- <sup>112</sup> Marti RK, Nolte PA, Kerkhoffs GM, Besselaar PP, Schaap GR. Operative treatment of mid-shaft clavicular non-union. *International Orthopaedics* 2003;27(3):131–5.
- <sup>113</sup> Wick M, Müller EJ, Kollig E, Muhr G. Midshaft fractures of the clavicle with a shortening of more than 2 cm predispose to nonunion. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2001;121(4):207–11.
- <sup>114</sup> McKee MD, Pedersen EM, Jones C, Stephen DJ, Kreder HJ, Schemitsch EH, et al. Deficits following nonoperative treatment of displaced midshaft clavicular fractures. *Journal of Bone and Joint Surgery - American Volume* 2006;88(1):35–40.
- <sup>115</sup> McKee MD, Wild LM, Schemitsch EH. Midshaft malunions of the clavicle. *J Bone Joint Surg Am*. 2003 May;85-A(5):790–7.
- <sup>116</sup> Böstman O, Manninen M, Pihlajamäki H. Complications of plate fixation in fresh displaced midclavicular fractures. *Journal of Trauma - Injury, Infection and Critical Care* 1997; 43(5):778–83.
- <sup>117</sup> Canadian Orthopaedic Trauma Society. Nonoperative treatment compared with plate fixation of displaced midshaft clavicular fractures. A multicenter, randomized clinical trial. *J Bone Joint Surg Am*. 2007 Jan;89(1):1–10.
- <sup>118</sup> Smekal V, Irenberger A, Struve P, Wambacher M, Krappinger D, Kralinger FS. Elastic stable intramedullary nailing versus nonoperative treatment of displaced midshaft clavicular fractures—a randomized, controlled, clinical trial. *J Orthop Trauma*. 2009 Feb;23(2):106–12.
- <sup>119</sup> Nogi J, Heckman JD, Hakala M, Sweet DE. Non-union of the clavicle in a child. A case report. *Clin Orthop Relat Res*. 1975 Jul-Aug;(110):19–21.
- <sup>120</sup> Pourtaheri N1, Strongwater AM. Clavicle nonunion in a 10-year-old boy. *Orthopedics*. 2012 Mar 7;35(3):e442-3.
- <sup>121</sup> Ogden JA. Distal clavicular physeal injury. *Clin Orthop Relat Res*. 1984 Sep;(188):68–73.
- <sup>122</sup> Kubiak R, Slongo T. Operative treatment of clavicle fractures in children: a review of 21 years. *J Pediatr Orthop*. 2002 Nov-Dec;22(6):736–9.
- <sup>123</sup> Mehlman CT. Operative treatment of completely displaced clavicle shaft fractures in children. *J Pediatr Orthop* 2009; 29(8):851–855.
- <sup>124</sup> Vander Have KL. Operative versus nonoperative treatment of midshaft clavicle fractures in adolescents. *J Pediatr Orthop* 2010; 30(4):307–312.
- <sup>125</sup> Namdari S, Ganley TJ, Baldwin K, Rendon Sampson N, Hosalkar H, Nikci V, Wells L. Fixation of displaced midshaft clavicle fractures in skeletally immature patients. *J Pediatr Orthop*. 2011 Jul-Aug;31(5):507–11.
- <sup>126</sup> Frye BM, Rye S, McDonough EB, Bal GK. Operative treatment of adolescent clavicle fractures with an intramedullary clavicle pin. *J Pediatr Orthop*. 2012 Jun;32(4):334–9.
- <sup>127</sup> Rapp M, Prinz K, Kaiser MM. Elastic stable intramedullary nailing for displaced pediatric clavicle midshaft fractures: a prospective study of the results and patient satisfaction in 24 children and adolescents aged 10 to 15 years. *J Pediatr Orthop*. 2013 Sep;33(6):608–13.
- <sup>128</sup> Assobhi JE. Reconstruction plate versus minimal invasive retrograde titanium elastic nail fixation for displaced midclavicular fractures. *J Orthop Traumatol*. 2011 Dec;12(4):185–92.
- <sup>129</sup> Chu CM, Wang SJ, Lin LC. Fixation of mid-third clavicular fractures with Knowles pins: 78 patients followed for 2–7 years. *Acta Orthop Scand*. 2002 Apr;73(2):134–9.
- <sup>130</sup> Houwert RM, Wijdicks FJ, Steins Bisschop C, Verleisdonk EJ, Kruijt M. Plate fixation versus intramedullary fixation for displaced mid-shaft clavicle fractures: a systematic review. *Int Orthop*. 2012 Mar;36(3):579–85.
- <sup>131</sup> Houwert RM, Smeeing DP et al. Plate fixation or intramedullary fixation for midshaft clavicle fractures: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials and observational studies. *J Shoulder Elbow Surg*. 2016 Jul;25(7):1195–203.
- <sup>132</sup> Naimark M, Dufka FL et al. Plate fixation of midshaft clavicular fractures: patient-reported outcomes and hardware-related complications. *J Shoulder Elbow Surg*. 2016 May;25(5):739–46.



- 
- <sup>133</sup> Ferran NA, Hodgson P, Vannet N, Williams R, Evans RO. Locked intramedullary fixation vs plating for displaced and shortened mid-shaft clavicle fractures: a randomized clinical trial. *J Shoulder Elbow Surg.* 2010 Sep;19(6):783–9.
- <sup>134</sup> Lenza M, Faloppa F. Conservative interventions for treating middle third clavicle fractures in adolescents and adults. *Cochrane Database Syst Rev.* 2016 Dec 15;12.
- <sup>135</sup> Ligier JN, Metaizeau JP, Prévot J, Lascombes P. Elastic stable intramedullary nailing of femoral shaft fractures in children. *J Bone Joint Surg Br.* 1988 Jan;70(1):74–7.
- <sup>136</sup> Khorami M, Fakour M, Mokarrami H, Arti HR, Nasab AM, Shahrivar F. The Comparison of Results of Treatment of Midshaft Clavicle Fracture between Operative Treatment with Plate and Non-Operative Treatment. *Arch Bone Jt Surg.* 2014 Sep;2(3):210–4.
- <sup>137</sup> Smeeing DP, van der Ven DJ, Hietbrink F, Timmers TK, van Heijl M, Kruyt MC, Groenwold RH, van der Meijden OA, Houwert RM. Surgical Versus Nonsurgical Treatment for Midshaft Clavicle Fractures in Patients Aged 16 Years and Older: A Systematic Review, Meta-analysis, and Comparison of Randomized Controlled Trials and Observational Studies. *Am J Sports Med.* 2016 Nov 18.
- <sup>138</sup> Caterini R, Farsetti P, Barletta V. Posttraumatic nonunion of the clavicle in a 7-year-old girl. *Arch Orthop Trauma Surg.* 1998;117(8):475–6.
- <sup>139</sup> Gupta A, Singal RP, Singal R, Sahu P, Singal S, Gupta R, Gupta S. Report of two cases of non-union of clavicle treated with nonsurgical management. *N Am J Med Sci.* 2010 Nov;2(11):544–6.
- <sup>140</sup> Spapens N, Degreef I, Debeer P. Posttraumatic pseudarthrosis of the clavicle in an 8-year-old girl. *J Pediatr Orthop B.* 2010 Mar;19(2):188–90.
- <sup>141</sup> Yang S, Andras L. Clavicle Shaft Fractures in Adolescents. *Orthop Clin North Am.* 2017 Jan;48(1):47–58.
- <sup>142</sup> Spitzer, W. O.: State of science, 1986: quality of life and functional status as target variables for research. *J Chron Dis* 40: 465–471 (1987).
- <sup>143</sup> Efficace F, Bottomley A, Osoba D, Gotay C, Flechtner H, D'Haese S, Zurlo A. Beyond the development of health-related quality-of-life (HRQOL) measures: a checklist for evaluating HRQOL outcomes in cancer clinical trials--does HRQOL evaluation in prostate cancer research inform clinical decision making? *J Clin Oncol* 2003, 21(18):3502–3511.
- <sup>144</sup> Raty LK, Wilde Larsson BM, Soderfeldt BA. Health-related quality of life in youth: a comparison between adolescents and young adults with uncomplicated epilepsy and healthy controls. *J Adolesc Health* 2003, 33(4):252–258.
- <sup>145</sup> Perkins JJ, Sanson-Fisher RW. An examination of self- and telephone- administered modes of administration for the Australian SF-36. *J Clin Epidemiol* 1998, 51(11):969–973.
- <sup>146</sup> Goodman E, Amick BC, Rezendes MO, Tarlov AR, Rogers WH, Kagan J. Influences of gender and social class on adolescents' perceptions of health. *Arch Pediatr Adolesc Med* 1997, 151(9):99–104.
- <sup>147</sup> Constant CR, Murley AH. A clinical method of functional assessment of the shoulder. *Clin Orthop Relat Res.* 1987 Jan;214:160–4.
- <sup>148</sup> Romeo AA, Bach BR Jr, O'Halloran KL. Scoring systems for shoulder conditions. *Am J Sports Med.* 1996 Jul-Aug;24(4):472–6.
- <sup>149</sup> Gartsman GM, Brinker MR, Khan M. Early effectiveness of arthroscopic repair for full-thickness tears of the rotator cuff: an outcome analysis. *J Bone Joint Surg Am.* 1998 Jan;80(1):33–40.
- <sup>150</sup> Placzek JD, Lukens SC, Badalanmenti S, Roubal PJ, Freeman DC, Walleman KM, Parrot A, Wiater JM. Shoulder outcome measures: a comparison of 6 functional tests. *Am J Sports Med.* 2004 Jul-Aug;32(5):1270–7. Epub 2004 May 18.