

**Instytut
„Centrum Zdrowia Matki Polki”**

**Ocena kliniczna oraz radiologiczna wyników leczenia
operacyjnego złamań przynasady bliższej kości
promieniowej u dzieci i dorastających sposobem
lewarowania przezskórnego ze stabilizacją drutem
Kirschnera.**

Norbert Guzikiewicz

Promotor:

Prof. zw. dr hab. n.med.

Kryspin Ryszard Niedzielski

Promotor pomocniczy:

dr n. med. Krzysztof Małecki

Łódź, 2022 r.

Spis treści:

1. Streszczenie.....	4
2. Wstęp.....	7
2.1. Informacje ogólne.....	7
2.2. Etiologia.....	8
2.3. Wybrane aspekty anatomiczne.....	9
2.4. Diagnostyka obrazowa.....	14
2.5. Klasyfikacje kliniczne.....	21
2.6. Leczenie.....	24
2.6.1. Leczenie nieoperacyjne.....	25
2.6.2. Leczenie operacyjne.....	31
2.6.2a. Dostępne techniki operacyjne.....	32
2.6.2b. Repozycja otwarta.....	41
2.7. Powikłania.....	43
2.8. Rokowanie.....	44
3. Cele pracy i hipotezy badawcze	47
4. Materiał i metody.....	49
4.1. Materiał.....	49
4.1.1. Dane populacyjne i dobór pacjentów.....	49
4.1.1a. Kryteria włączenia do badania.....	53
4.1.1b. Kryteria wykluczenia z badania.....	53
4.2. Technika operacyjna	54
4.3. Metody.....	56
4.3.1. Badanie kontrolne.....	56
4.3.2. Badanie kliniczne.....	56
4.3.3. Badanie ankietowe.....	57

4.3.4. Badanie radiologiczne.....	58
4.3.5. Statystyka.....	59
5. Wyniki.....	61
5.1. Ocena parametrów radiologicznych.....	61
5.1.1. Zestawienie parametrów radiologicznych pourazowych.....	61
5.1.2. Ocena wyników parametrów radiologicznych pooperacyjnych.....	62
5.2. Ocena parametrów klinicznych.....	68
5.2.1. Ocena wyników zakresów ruchów po leczeniu operacyjnym.....	69
5.2.2. Ocena wyników funkcjonalnych kończyny po leczeniu operacyjnym.....	75
6. Omówienie wyników i dyskusja.....	77
7. Wnioski.....	98
8. Piśmiennictwo.....	99

1. Streszczenie.

Wstęp.

Złamania przynasady bliższej kości promieniowej u dzieci są rzadkie, obejmują około 1% wszystkich złamań. Mogą być izolowane lub towarzyszyć innym urazom stawu łokciowego. Leczenie tego typu złamań u dzieci jest kontrowersyjne. Złamania nieprzemieszczone lub z niewielkimi przemieszczeniami leczone są unieruchomieniem, natomiast III i IV typ wg. Judet'a, zwykle operacyjnie. Jedną z metod jest repozycja przezskórna sposobem lewarowania ze stabilizacją drutem Kirschnera. Celem leczenia jest uzyskanie dobrej funkcji stawu łokciowego oraz zminimalizowanie powikłań.

Cel.

Ocena wyników parametrów radiologicznych i klinicznych funkcji stawu łokciowego oraz weryfikacja niekorzystnych następstw urazu, po leczeniu operacyjnym złamania przynasady bliższej kości promieniowej u dzieci i dorastających sposobem lewarowania przezskórnego ze stabilizacją drutem Kirschnera.

Materiał i metody.

Analizie poddano pacjentów z izolowanym złamaniem przynasady bliższej kości promieniowej, leczonych operacyjnie sposobem lewarowania przezskórnego ze stabilizacją drutem Kirschnera leczonych w latach 2009 - 2019. Przebadano 61 dzieci, 36 dziewcząt (59,02%) oraz 25 chłopców (40,98%). Średnia wieku badanych wynosiła 9,69 lat (SD = 2,91 lata), wiek pacjentów w chwili badania kontrolnego wynosił od 6 do 16 lat. Czas obserwacji nie krótszy niż 2 lata. Badanych oceniono radiologicznie i klinicznie. W ocenie radiologicznej pourazowej wykorzystano klasyfikację wg. Judet'a, w ocenie pooperacyjnej skalę Metaizeau. Do oceny klinicznej użyto Mayo Elbow Perfotmance Score (MEPS).

Wyniki.

Kąt trzonowo-głowy pourazowy wynosił przed operacją średnio $51,48^{\circ}$ (SD = 14,43). Translacja przed przeprowadzeniem operacji wynosiła średnio 3,11mm (SD = 1,21). Kąt trzonowo -głowy pooperacyjny wynosił średnio $3,83^{\circ}$ (SD = 4,35) ($p < 0,001$), zaś translacja

0,46mm (SD = 0,62) ($p < 0,001$). Wynik wg. klasyfikacji Metaizeau jako doskonały oceniono u 43 (70,49%) badanych, dobry u 17 (27,87%), zadowolający u 1 (1,64%).

Przedwczesne pourazowe zamknięcie chrząstki wzrostowej zaobserwowano u 11 badanych (18,03%). Do objawów przejściowego porażenia nerwu międzykostnego tylnego, doszło w dwóch (3,3%) przypadkach.

W ocenie wyników funkcji stawu łokciowego wg. Mayo Elbow Performance Score 58 (95,08%) badanych uzyskało wynik bardzo dobry, 2 (3,28%) dobry, 1 (1,64%) zadowolający.

Wnioski.

Repozycja sposobem lewarowania przezskórnego ze stabilizacją drutem Kirschnera jest skuteczną i bezpieczną metodą leczenia izolowanych złamań przynasady bliższej kości promieniowej. Cechuje się niskim ryzykiem powikłań. Może stanowić alternatywę dla innych metod operacyjnych.

Summary.

Fractures of the proximal metaphysis of the radius in children are rare, accounting for about 1% of all fractures. They can be isolated or accompany other elbow injuries. Treatment of this type of fracture in children is controversial. Fractures not displaced or with slight displacement are treated with immobilization, while type III and IV according to Judet, usually surgically. One of the methods is percutaneous leverage technique with Kirschner wire stabilization. The aim of the treatment is to obtain good function of the elbow joint and to minimize complications.

Objective.

Evaluation of the results of radiological parameters and clinical functions of the elbow joint and verification of the adverse consequences of trauma, after surgical treatment of a fracture of the proximal metaphysis of the radius in children and adolescents using the percutaneous leverage technique with Kirschner wire stabilization.

Material and methods.

The analysis covered patients with an isolated fracture of the proximal metaphysis of the radius, treated surgically using the percutaneous leverage technique with Kirschner wire stabilization, treated in the years 2009-2019. 61 children, 36 girls (59.02%) and 25 boys (40.98%) were examined. The average age of the respondents was 9.69 years (SD = 2.91), the age of the patients at the time of the control examination ranged from 6 to 16 years. Follow-up not shorter than 2 years. The subjects were assessed radiologically and clinically. In the post-traumatic radiological assessment, the classification according to Judet's was used; in the postsurgical assessment Metaizeau scale was applied. The Mayo Elbow Performance Score (MEPS) was used for clinical evaluation.

Result.

The post-traumatic head-shaft angle before surgery was on average 51.48° (SD = 14.43). The average translation before the surgery was 3.11mm (SD = 1.21). The postsurgical head-shaft angle was on average 3.83° (SD = 4.35) ($p < 0.001$), and translation was 0.46mm (SD = 0.62) ($p < 0.001$). The result, according to the Metaizeau classification, was assessed as excellent in 43 (70.49%) respondents, good in 17 (27.87%), satisfactory in 1 (1.64%).

Premature post-traumatic closure of the growth cartilage was observed in 11 subjects (18.03%). The symptoms of transient posterior interosseous nerve paralysis occurred in 2 (3.3%) cases.

In the evaluation of the results of the elbow joint function according to Mayo Elbow Performance Score 58 (95.08%) of the respondents obtained a very good result, 2 (3.28%) good, 1 (1.64%) satisfactory.

Conclusions.

Reposition by percutaneous leverage technique with Kirschner wire stabilization is an effective and safe method of treating isolated fractures of the proximal metaphysis of the radius. It is characterized by a low risk of complications. It can be an alternative to other operating methods.

2. Wstęp.

2.1. Informacje ogólne.

Złamania przynasady bliższej kości promieniowej obejmuje 5-10 % złamań po urazach stawu łokciowego u dzieci, poniżej 1% wszystkich złamań [1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13]. Uraz może być izolowanym lub jako współtowarzyszący. Częstotliwość towarzyszących urazów jest dość zmienna wynosząc od 15% do 60% w raportowanych doniesieniach [6,12,14,15,16,17,18]. Większość ocenia się jako nieprzemieszczona lub przemieszczona minimalnie [6]. Przedział wiekowy charakterystyczny dla urazu obejmuje wiek między 6 a 12 rokiem życia [8,19]. Częstość występowania nie jest charakterystyczna dla płci [19,20]. W starszych grupach wiekowych dochodzi do poważniejszych urazów z większymi przemieszczeniami odłamów, co stwarza zwiększone ryzyko otwartej repozycji i w konsekwencji gorszego rokowania [2,18,21,22]. Brak jest jednolitego algorytmu kwalifikacji oraz sposobu leczenia pacjentów pediatrycznych [2]. Choć większość urazów można leczyć zachowawczo jedynie unieruchomieniem ramiennie-dłoniowym lub repozycją zamkniętą z unieruchomieniem, to pozostała część wymaga leczenia operacyjnego dając szansę na zmniejszenie skutków urazu dla funkcji kończyny [2]. Opcje leczenia obejmują unieruchomienie ramiennie-dłoniowe, repozycję manualną zamkniętą, repozycję instrumentalną [5,7,17,21,23,24,25], zamkniętą repozycję ze stabilizacją śródspikową [15,26,27,28], bądź otwartą repozycję ze stabilizacją wewnętrzną [6,7,25,29,30]. Istnieją duże rozbieżności w piśmiennictwie co do dopuszczalnych przemieszczeń kątowych [15,20,24,27,30,31,32,33,34], jak i rozwiązań operacyjnych i ich wpływie na końcowy wynik leczenia [30,32,33,35]. Większość opinii jest zgodnych, że otwarta repozycja wiąże się z gorszymi wynikami leczenia, jednak ciężkie urazy wymagają bardziej agresywnego leczenia. Czy gorsze wyniki są konsekwencją leczenia czy pierwotnego urazu nie jest udowodnione [6]. Uważa się, że wszystkie złamania bliższego końca kości promieniowej są urazami poważnymi, wymagają dokładnej oceny, gdyż obarczone są ryzykiem powikłań samego urazu jak i leczenia [36]. Celem leczenia jest uzyskanie funkcji kończyny sprzed urazu oraz zminimalizowanie ryzyka powikłań [12].

2.2. Etiologia.

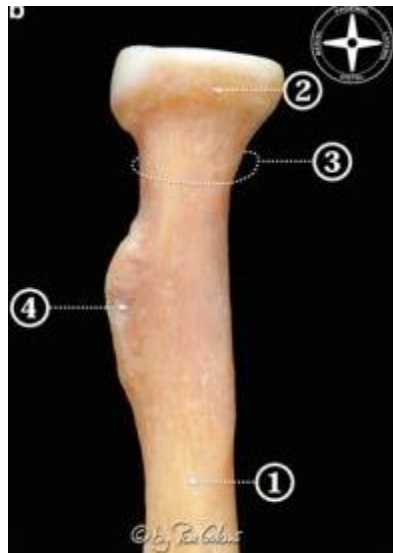
Najczęstszą przyczyną urazu jest upadek z własnej wysokości na kończynę górną z podparciem [3,13,37]. Opisano dwa główne mechanizmy urazu prowadzące do różnej morfologii złamań przynasady bliższej kości promieniowej [11]. Typ I częstszy występuje po upadku na kończynę górną w wyproście, kiedy to wektor siły koślawiającej przechodzi przez główkę kości ramiennej na głowę kości promieniowej w pełnym napięciu aparatu więzadłowego stawu łokciowego, skutkując złamaniem z przemieszczeniem kątowym bocznym [11,13]. Typ II rzadszy występuje po upadku na kończynę górną przy zgiętym stawie łokciowym, gdzie dochodzi do zwichnięcia stawu łokciowego. Złamanie oraz tylne przemieszczenie głowy kości promieniowej następuje przy spontanicznej repozycji zwichnięcia, natomiast przednie przemieszczenie, w momencie siły ścinającej naporu głowy kości promieniowej na główkę kości ramiennej w chwili zwichnięcia [11,30]. Na skutek wektora siły koślawiającej może dochodzić do uszkodzeń następczych, z których najczęstszymi są: awulsyjne złamanie nadkłykcia przyśrodkowego kości ramiennej, uszkodzenie więzadła pobocznego łokciowego, zwichnięcie stawu łokciowego, złamanie wyrostka łokciowego lub przynasady bliższej kości łokciowej, ekstremalnie zespół przedziałów powięziowych przedramienia [3,12,13,21,38,39,40]. W zwichnięciach stawu łokciowego stanowiących 3-6% urazów, powikłane jest złamaniem w 64%, z czego szyjki lub głowy kości promieniowej w 3-8%, nadkłykcia przyśrodkowego 25-36%, kłykcia bocznego 17%, resztę stanowią awulsyjne złamanie wyrostka łokciowego, złamania kostno-chrzęstne, złamania wyrostka dziobiastego kości łokciowej [8]. W piśmiennictwie raportuje się, iż złamania współtowarzyszące występują w 21-50% przypadków [19,20,41].

Typowymi objawami złamania przynasady bliższej kości promieniowej są obrzęk stawu łokciowego, dolegliwości bólowe, bólowe ograniczenie ruchów rotacyjnych przedramienia. Skrupulatne badanie znacząco pomaga w zawężeniu lokalizacji najbardziej prawdopodobnego miejsca urazu oraz ocenie dodatkowych ubytków z zakresu unerwienia i unaczynienia kończyny, co powinno być szczegółowo udokumentowane [40].

2.3. Wybrane aspekty anatomiczne

Staw łokciowy zbudowany jest ze stawów łokciowo-bloczkowego, promieniowo-główkowego oraz bliższego promieniowo-łokciowego. Obejmowane są torbą stawową, której częścią są więzadła poboczne przyśrodkowe oraz poboczne boczne. Stabilność stawu łokciowego w 50 % zależy od kongruencji kostnej a kolejne 50% od napięcia tkanek miękkich [8]. Gorset mięśniowy oplatający staw łokciowy wywiera siły kompresyjne na powierzchnie stawowe zapobiegając ich przemieszczaniu względem siebie. Więzadło poboczne boczne oraz obrączkowate odpowiada za stabilność tylnoboczną.

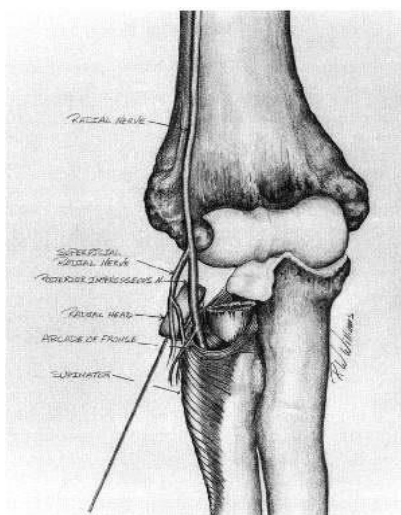
Istotną cechą budowy przynasady bliższej kości promieniowej jest anatomiczna zmienność kąta trzonowo-nasadowego od 0° do 15° odchylenia [15,27]. Około 4 roku życia głowa i szyjka kości promieniowej uzyskuje ostateczne wartości kątowe [41,42]. Fizjologicznie średni kąt głowowo-szyjkowy w projekcji przednio-tylnej RTG wynosi 12.5° z odchyleniem bocznym, natomiast projekcji bocznej RTG $3,5^{\circ}$ z odchyleniem przednim [15,41]. Poniżej na rycinie 1 przedstawiono anatomię końca bliższego kości promieniowej.



Rycina 1. Koniec bliższy kości promieniowej: 1. Trzon kości promieniowej. 2. Głowa kości promieniowej. 3. Szyjka kości promieniowej. 4. Guzowatość kości promieniowej.

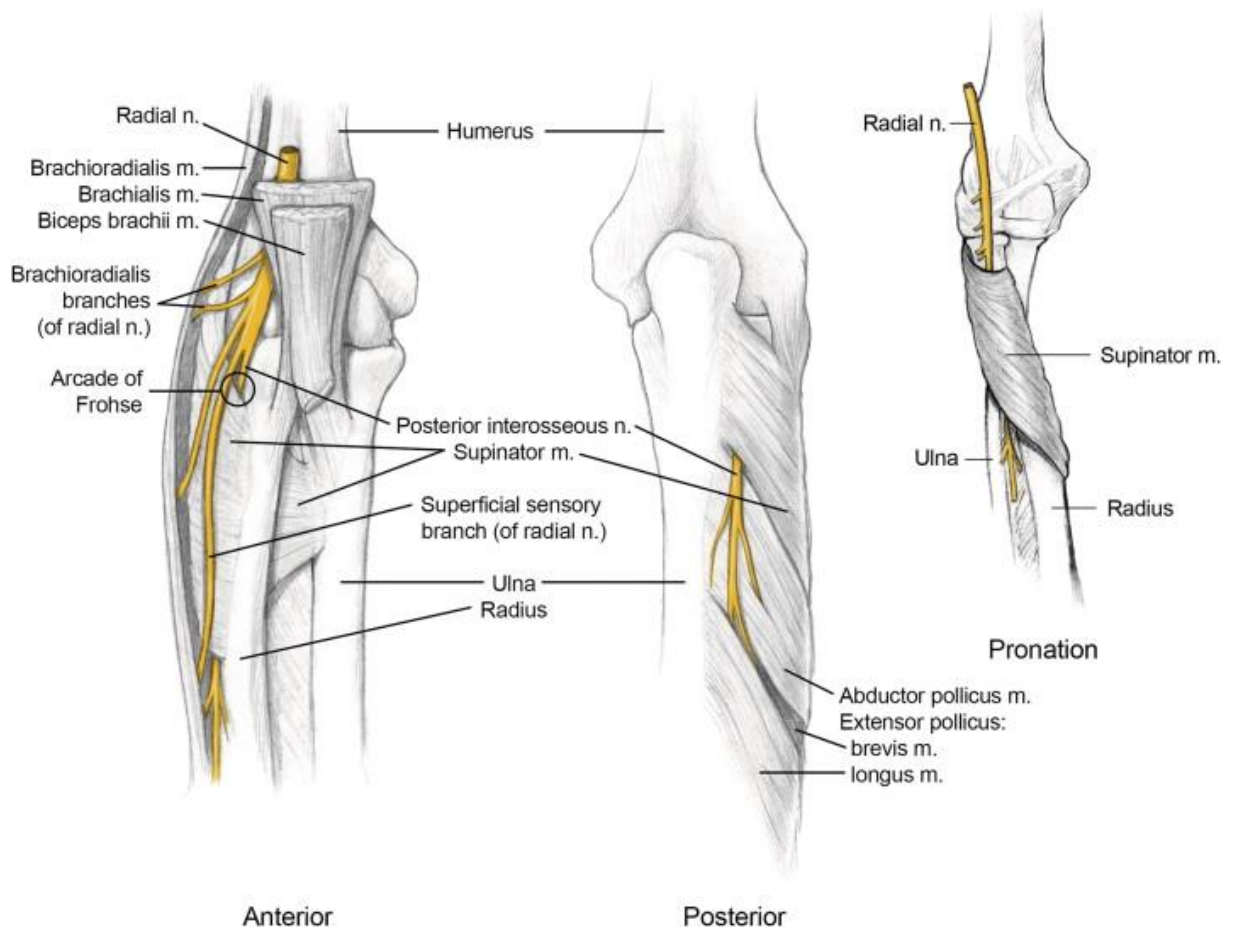
Nerw międzykostny tylny jest gałęzią ruchową nerwu pośrodkowego, posiada sześć gałązek, które są odpowiedzialne za unerwienie prostownika palców wspólnego, prostownika wskaziciela, prostownika kciuka długiego i krótkiego, mięśnia odwracacza, prostownika

łokciowego nadgarstka. Gałąź do mięśnia odwracacza odchodzi zanim przejdzie przez arkadę Froshe, reszta odgałęzień wylania się później. Spinner podzielił ucisk gałęzi na dwa typy: typ I, gdzie wszystkie gałęzie podlegają kompresji, oraz typ II gdzie, występuje izolowany ucisk [45]. Rozpoznanie porażenia nerwów obwodowych ma charakter kliniczny, jest częścią badania ortopedycznego. W trakcie badania przy obecności aktywnego wyprostu w stawie promieniowo-nadgarstkowym z odchyleniem promieniowym, brakiem czynnego wyprostu palców II-V oraz kciuka w stawie międzypaliczkowym wskazuje na niedowład nerwu międzykostnego tylnego (PIN) [45]. Neuropraksja PIN może występować w złamaniach 1/3 bliższej przedramienia, urazach typu Monteggia, zespołach przedziałów powięziowych przedramienia, zespołach uciskowych na poziomie arkady Frosha, chorobach reumatoidalnych oraz jatrogenie po zabiegach chirurgicznych i artroskopowych [45]. Poniżej na rycinie 2 przedstawiono szkic stosunków anatomicznych nerwu pośrodkowego oraz nerwu międzykostnego tylnego w przypadku złamania przynasady bliższej kości promieniowej.



Rycina 2. Historyczny odręczny szkic, przedstawiający anatomię nerwu promieniowego oraz nerwu międzykostnego tylnego wg. Saul Berstein [21].

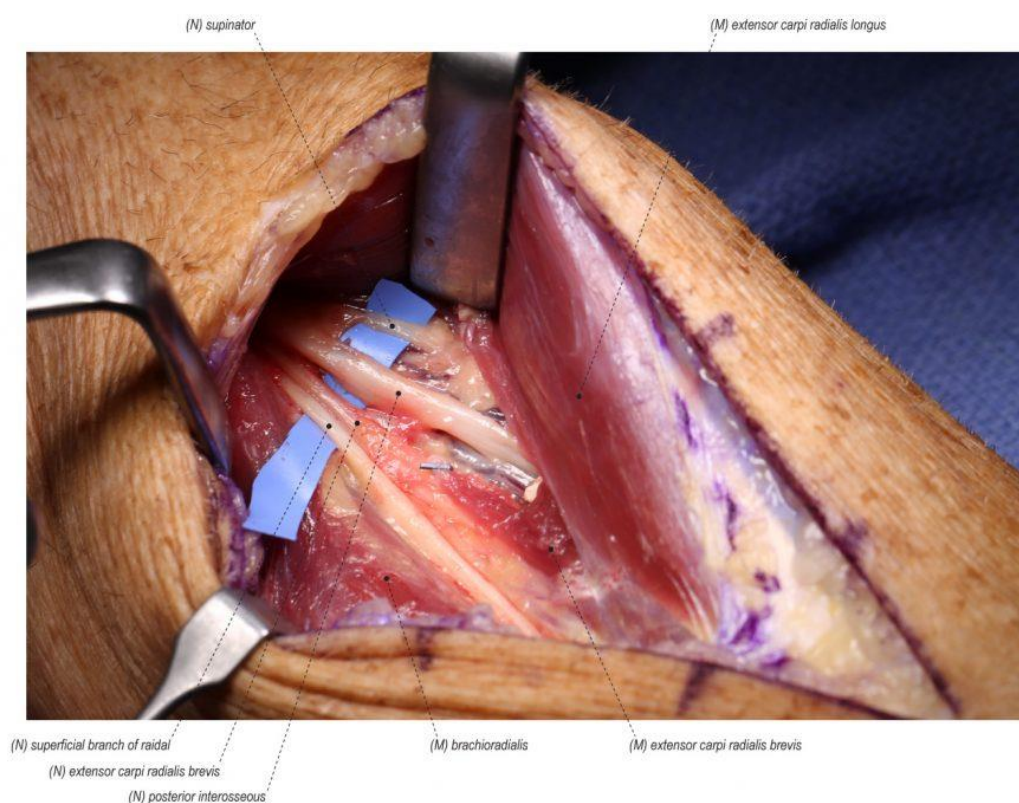
Objawy uciskowe mogą występować na skutek przemieszczonego złamania głowy lub szyjki kości promieniowej, jako skutek naciągnięcia bądź ucisku nerwu [45,46]. Niemniej jednak doniesienia o neuropraksji PIN z izolowanym złamaniem głowy i szyjki kości promieniowej są skąpe w dostępnej literaturze [43,47,48]. Poniżej na rycinie 3 przedstawiono szczegółową anatomię przebiegu nerwu promieniowego i jego odgałęzień uwzględniając okolicę arkady Froshe.



Rycina 3. Anatomia nerwu promieniowego oraz nerwu międzykostnego tylnego [70].

Bliskość PIN-u z szyjką kości promieniowej stwarza ryzyko jego uszkodzenia w wyniku złamania przynasady bliższej kości promieniowej, jak również ryzyko śródoperacyjne. Badania anatomiczne wykazały, że średnia odległość między stawem promieniowo-główkowym a nerwem wynosi $1,2 \text{ cm} \pm -1,9 \text{ mm}$, a tylko 1% ma bezpośredni kontakt z kością promieniową [26,45].

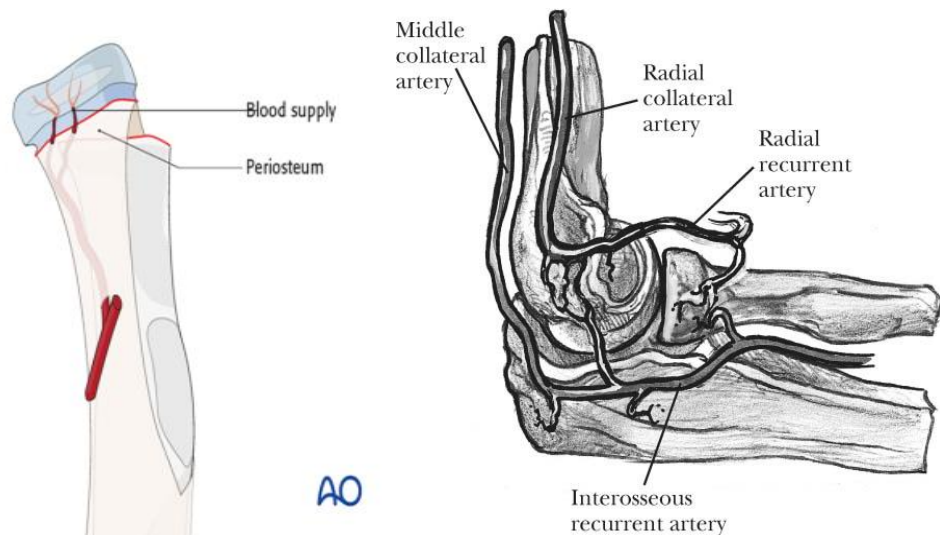
Poniżej na rycinie 4 przedstawiono obraz śródoperacyjny nerwu promieniowego po podziale.



Rycina 4. Obraz śródoperacyjny przedstawiający stosunki anatomiczne odgałęzień nerwy promieniowego [70].

Brak jest jednoznacznych wytycznych dotyczących postępowania w przypadku pourazowego niedowładu w zakresie PIN [45,47,48].

Istotną cechą anatomiczną jest charakterystyczne unaczynienie głowy kości promieniowej. Pochodzi z okostnej przynasady bliższej zaopatrując „wstecznie” nasadę [34]. Sam uraz jak i interwencja operacyjna może skutkować zaburzeniem ukrwienia, doprowadzając do powikłania w postaci jałowej martwicy głowy kości promieniowej [2,28,54,56]. Poniżej na rycinie 5 przedstawiono szkice unaczynienia przynasady bliższej kości promieniowej.



Rycina 5. Ryciny przedstawiające unaczynienie końca bliższego kości promieniowej przy obecnej chrząstce wzrostowej [71].

Nie udowodniono związku zaburzeń ukrwienia z miejscem złamania przynasady bliższej kości promieniowej u dzieci i dorastających. Miejsce złamania natomiast ma związek z wiekiem. W starszych grupach wiekowych dochodzi często do złamań dystalnie względem chrząstki wzrostowej (szyjka kości promieniowej), w młodszych grupach wiekowych do złamań w jej obrębie. Poniżej w tabeli nr. 1 przedstawiono wg. wybranych autorów miejsca złamań na podstawie własnych opracowań.

Tabela 1. Tabela zbiorcza przedstawiająca miejsce złamania przynasady bliższej kości promieniowej w przedstawianych grupach pacjentów według autorów [30,42,72,79].

Złamanie	Jones [79]	Newman [30]	Vahvanen i Gripenberg [42]	Tibone i Stoltz [72]	Łącznie
Złuszczenie	17	25	21	7	95
Złamanie szyjki	17	20	21	24	99
Liczba	34	45	42	31	194

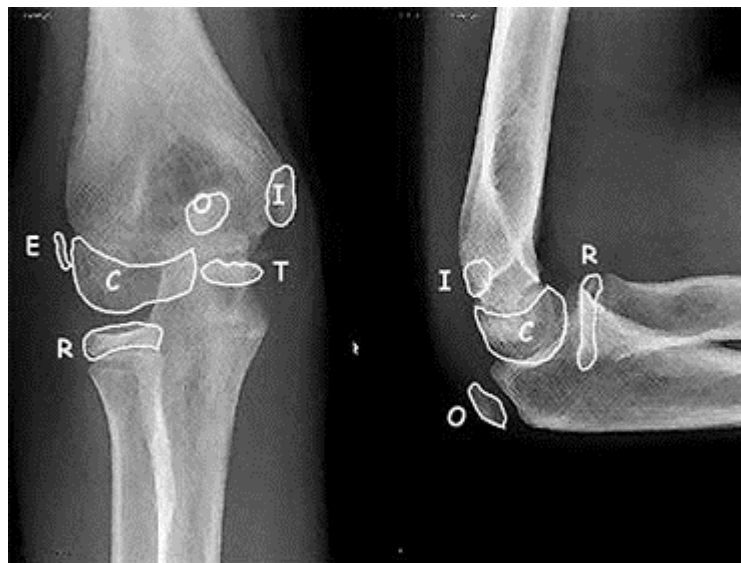
2.4. Diagnostyka obrazowa

Podstawową diagnostyką wykorzystywaną po urazach z podejrzeniem lub wykluczeniem złamania jest RTG w projekcjach przednio-tylnej oraz bocznej. U dzieci poniżej piątego roku życia, ze względu na uwidocznienie jądra kostnienia głowy kości promieniowej ocena może być utrudniona [35].

W ocenie RTG stawu łokciowego pod względem wieku rozwojowego występują charakterystyczne okresy czasowe występowania jąder kostnienia wg. akronimu [27]:

- **C**apitellum (1 rok życia)
- **R**adius (3 rok życia)
- **I**nternal -medial epicondyle (5 rok życia)
- **T**rochlea (7 rok życia)
- **O**lecranon (9 rok życia)
- **E**xternal -lateral epicondyle (11 rok życia).

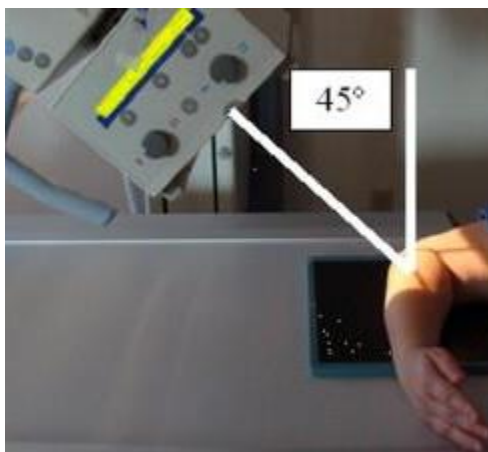
Poniżej na rycinie 6 przedstawiono obrazy RTG w projekcji przednio-tylnej i bocznej stawu łokciowego wieku rozwojowego z naniesionym szkicem jąder kostnienia.



Rycina 6. Radiologiczna anatomia stawu łokciowego wieku rozwojowego.

Uwidacznianie jąder kostnienia występuje wcześniej u dziewczynek niż u chłopców [8]. Jądro kostnienia głowy kości promieniowej przypada na wiek między 3 a 5 rokiem życia [8,27,41,48]. Mogą występować odmienności anatomiczne pod postacią np. jądra kostnienia dwudzielnego. Połączenie jądra kostnienia z przynasadą kości ramiennej przypada na okres między 16 a 18 rokiem życia około 14 roku życia u płci żeńskiej i 17 roku życia płci męskiej [38,41].

Pomocne jest wykonanie zdjęć porównawczych obu stawów łokciowych. W przypadkach wątpliwych użyteczną może być skośna projekcja promieniowo-główkowa wg. Greenspan'a. Według techniki wykonania, kończyna przylega do stołu radiologicznego ze zgięciem w stawie łokciowym pod kątem 90° , przedramieniem ustawionym w supinacji z kciukiem prostopadle do ramienia. Ustawienie aparatu względem kasy (rejestratora obrazu) 45° . Poniżej na rycinach 7 i 8 przedstawiono technikę wykonania zdjęcia oraz obraz RTG w projekcji wg. Greenspan'a.



Rycina 7. Prawidłowe ustawienie aparatu, rejestratora oraz kończyny górnej wg. Greenspan'a.



Rycina 8. Obraz RTG stawu łokciowego projekcji wg. Greenspan'a.

W ocenie zdjęć RTG należy również brać pod uwagę pośrednie objawy radiologiczne. Objaw tylnej poduszki tłuszczowej jest typowy dla rozpoznania złamania, nawet jeśli brak ewidentnych cech radiologicznych przerwania ciągłości tkanki kostnej. Jednak możliwym jest brak w/w objawu przy złamaniu zewnątrzstawowym. Na poniższej rycinie 9 przedstawiono RTG w projekcji bocznej z objawem przedniej i tylnej poduszki tłuszczowej.



Rycina 9. Obraz RTG stawu łokciowego w projekcji bocznej ze złamaniem przynasady bliższej kości promieniowej z widocznym objawem tylnej i przedniej poduszki tłuszczowej.

W diagnostyce radiologicznej określamy następujące parametry: stopień przemieszczenia odłamów, kąt trzonowo-głowy oraz translację. Na ich podstawie podejmowana jest decyzja o sposobie leczenia złamania. Na poniższej rycinie 10 przedstawiono sposób oceny przemieszczeń złamania przynasady bliższej kości promieniowej.



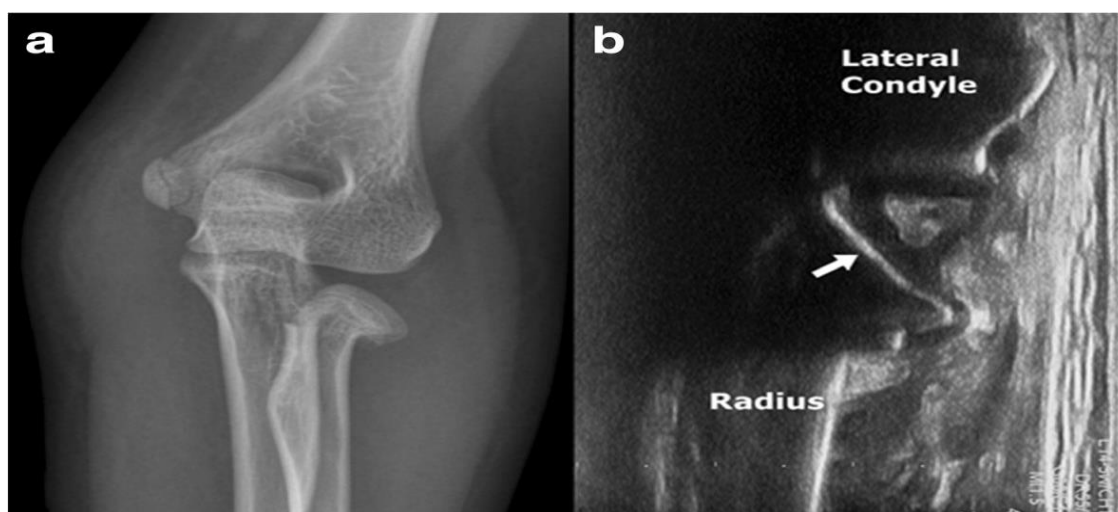
Rycina 10. Sposób wykreślenia kąta trzonowo-głowego oraz translacji w projekcji przednio-tylnej RTG przy przemieszczonym złamaniu przynasady bliższej kości promieniowej.

Do trudnych w ocenie RTG przemieszczeń np. ze względu na słabo cieniujące się lub wręcz niewidoczne jądro kostnienia głowy kości promieniowej, pomocne jest badanie MRI lub bardzo rzadko obecnie wykonywana – artrografia stawu łokciowego [71,73]. Poniżej na rycinie 11 przedstawiono przykład zastosowania artrografii w trudnym diagnostycznie przypadku.



Rycina 11. Obraz RTG stawu łokciowego w projekcji przednio-tylnej złamania szyjki kości promieniowej z przemieszczeniem kątowym oraz obraz artrografii stawu łokciowego [105].

Badanie ultrasonograficzne również może być wykorzystane w diagnostyce, głównie trudnych do oceny w RTG złamań szczególnie dzieci młodszych, gdzie większość głowy kości promieniowej jest chrzęstna [40,44]. W przypadkach wątpliwych i braku przemieszczenia złamania, obrazując objaw poduszki tłuszczowej czy krwiaka śródstawowego można postawić pewniejsze rozpoznanie. Poniżej na rycinie 12 przedstawiono obraz RTG złamania przynasady bliższej kości promieniowej oraz obraz USG tego złamania.



Rycina 12. Obraz RTG stawu łokciowego w projekcji przednio-tylnej złamania szyjki kości promieniowej z przemieszczeniem kątowym oraz obraz USG tego złamania. a. Obraz RTG izolowanego złamania szyjki kości promieniowej. b. Obraz USG złamania szyjki kości promieniowej [44].

Należy zachować ostrożność również w ocenie radiogramów po repozycji lub leczeniu operacyjnym. Wybitnie rzadkim powikłaniem po repozycji całkowitego przemieszczenia głowy kości promieniowej lub samoistnej repozycji złamania w przebiegu zwknięcia stawu łokciowego jest sytuacja, gdzie głowa kości promieniowej ustawiona jest powierzchnią stawową do trzonu, a ranną dostawowo („upside down”) [21,34,40]. Na rycinie 13 przedstawiono obrazy RTG przemieszczenia głowy kości promieniowej typu „upside down”.



Rycina 13. Obraz RTG w projekcji przednio-tylnej oraz bocznej złamania szyjki kości promieniowej ustawionego powierzchnią stawową w kierunku do przynasady typu „upside down”.

2.5. Klasyfikacje kliniczne.

Najczęściej wykorzystywanymi klasyfikacjami są wg. O'Briena, Judet'a oraz Chambers'a. Dwie pierwsze opierają się na ocenie przemieszczenia kąтового głowy kości promieniowej względem osi kości promieniowej i są najczęściej używane. Klasyfikacja Chambers'a opiera się na mechanizmie urazu oraz morfologii złamania, bez uwzględnienia wartości kątowych przemieszczenia.

Poniżej w formie tabel przedstawiono klasyfikacje O'Briena, Judet'a oraz Chambers'a.

Tabela 2. Klasyfikacja wg. O'Briena [50].

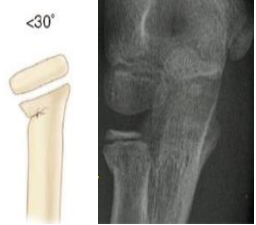
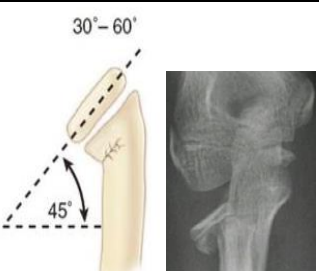
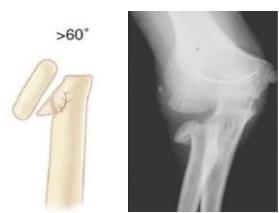
Klasyfikacja O'Briena		
Typ I	< 30 stopni	
Typ II	30-60 stopni	
Typ III	>60 stopni	

Tabela 3. Klasyfikacja wg. Judet'a.













Klasyfikacja Judet'a		
Typ I	Nieprzemieszczone	
Typ II	< 30 stopni	
Typ III	30-60 stopni	
TypIV a	60-80 stopni	
TypIV b	>80 stopni	

Tabela 4. Klasyfikacja wg. Chambers'a [38].

Klasyfikacja Chambers'a		
<p>Grupa 1: Pierwotnie przemieszczone złamanie w obrębie głowy kości promieniowej (najczęstsze)</p>	A: Uraz koślawiący -Salter Harris I lub II (physeal injury)	
	B: Uraz koślawiący -Salter Harris III lub IV (intra-articular injury)	
	C: Uraz koślawiący przynasadowy (metaphyseal fracture)	
	D: W przebiegu zwicznienia stawu łokciowego -po samoistnej repozycji	
	E: W przebiegu zwicznienia stawu łokciowego -staw łokciowy zwiczniony	
<p>Grupa 2: Pierwotne przemieszczenie w obrębie szyjki kości promieniowej.</p>	Ekwiwalent złamania DiMonteggia	
<p>Grupa 3: Uraz „stresowy”.</p>	Osteochondritis dissecans.	

2.6. Leczenie.

Kwalifikacja do leczenia jak i samo leczenie stanowi wyzwanie, budząc niejednokrotnie kontrowersje [5]. Uzależnione jest od przemieszczenia kąтового, translacji, morfologii złamania, wieku tj. dojrzałości kostnej, urazów współtowarzyszących oraz czasu od urazu [1,6,12,13,15]. Większość ocenia się jako nieprzemieszczona lub przemieszczona minimalnie [6]. W znakomitej większości, bo około w 90%, złamania dotyczą przynasady z czego 1/3 obejmuje chrząstkę wzrostową [21,36,37,82]. Złamania nieprzemieszczone lub z niewielkim przemieszczeniem leczone powinny być unieruchomieniem, bądź repozycją zamkniętą z unieruchomieniem z dobrym efektem, choć ryzyko wtórnego przemieszczenia jest dość wysokie [6,15,40,57]. Nieakceptowalne przemieszczenia, nieodpowiednie leczenie, bądź leczenie operacyjne z otwarciem stawu promieniowo-główkowego daje z reguły złe wyniki [1,7,45]. Udowodniono, że przemieszczenia nieakceptowalne, przedwczesne zamknięcie chrząstki wzrostowej oraz jałowa martwica głowy kości promieniowej są skorelowane z deficytem funkcjonalnym stawu łokciowego [6].

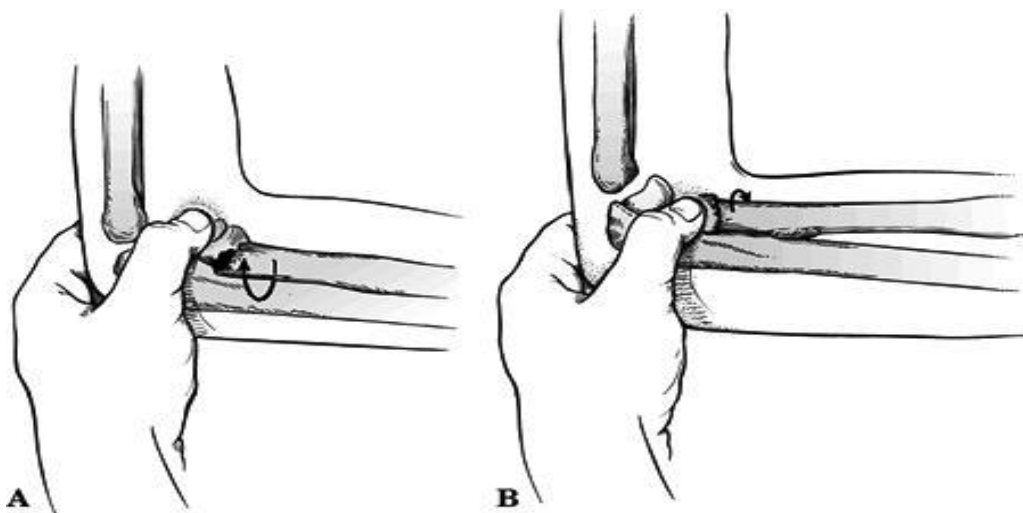
Możliwe leczenie obejmuje unieruchomienie ramiennie-dłoniowe, repozycję manualną zamkniętą, repozycję instrumentalną, zamkniętą repozycję ze stabilizacją śródszpikową, bądź otwartą repozycję ze stabilizacją wewnętrzną [6,8,12]. Leczenie nieoperacyjne w każdym przypadku wymaga unieruchomienia ramiennie-dłoniowego, leczenie przez repozycję instrumentalną sposobem lewarowania oraz stabilizacją drutem Kirschnera również, jednak istnieją rozbieżności po zastosowaniu leczenia sposobem Metaizeau, w którym część autorów stosuje unieruchomienie ramiennie-dłoniowe, część stosuje jedynie temblak z wczesnym wdrożeniem ruchów stawu łokciowego [36,71].

2.6.1. Leczenie nieoperacyjne.

Leczenie nieoperacyjne częściej stosuje się w młodszych grupach wiekowych [2]. Unieruchomienie ramiennie-dłoniowe, stosuje się w przemieszczeniach kątowych $<30^{\circ}$, oraz translacji < 3 mm [13,24,27,34,66]. Próbę zamkniętej repozycji powinno się podejmować w każdym przypadku złamań pozastawowych [2,6], przy przemieszczeniach kątowych $>30^{\circ}$ i translacji ≥ 3 mm [13,27,34,40,50]. W dostępnym piśmiennictwie dobre wyniki uzyskiwano przy bardziej liberalnym podejściu, przemieszczeń kątowych sięgających 45° u dzieci poniżej 10 roku życia, a nawet 50° [15,19,20,30,31,32,33,39]. Uważa się, że należy podjąć próbę repozycji manualnej przy przemieszczeniach kątowych do 45° , a przy uzyskaniu repozycji $< 20^{\circ}$ przemieszczenia kontynuuje leczenie unieruchomieniem ramiennie-dłoniowym [34]. Zagięcia kątowe $15-20^{\circ}$ mają możliwość przebudowy kostnej między szóstym a ósmym miesiącem od urazu poniżej dwunastego roku życia, a w wieku pomiędzy piątym a dwunastym rokiem życia, zagięcia kątowe $20-30^{\circ}$ mają nie zaburzać funkcji stawu łokciowego [58,59]. Pomimo dobrej funkcji stawu łokciowego, przemieszczenia kątowe $>10-15^{\circ}$ powyżej dwunastego roku życia oraz $20-30^{\circ}$ u młodszych dzieci nie podlegają zjawisku remodelingu kostnego [15,68,84]. Zagięcie kątowe jest lepiej tolerowane aniżeli translacja, ponieważ przesunięcie głowy kości promieniowej względem osi trzonu powoduje efekt mimośrodowy stąd ruchy rotacyjne przedramienia będą zakłócone [40].

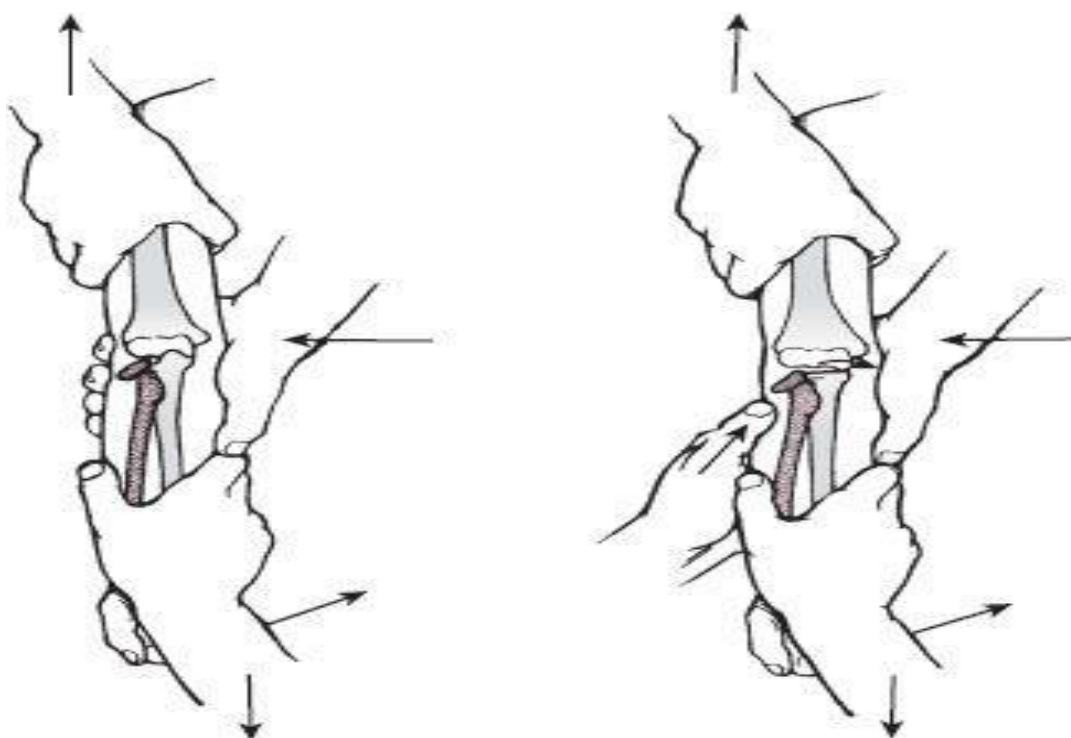
W piśmiennictwie przytaczanych jest kilka technik repozycji zamkniętej:

- Technika Israeli Kaufman'a – rękoczyn polegający na wykonaniu manewru pronacji przedramienia z pozycji supinacji, w zgięciu stawu łokciowego do kąta pięćdziesięciu stopni, przy jednoczesnym ucisku na głowę kości promieniowej [61]. Na rycinie 14 przedstawiono szkice techniki sposobem Israeli Kaufman'a.



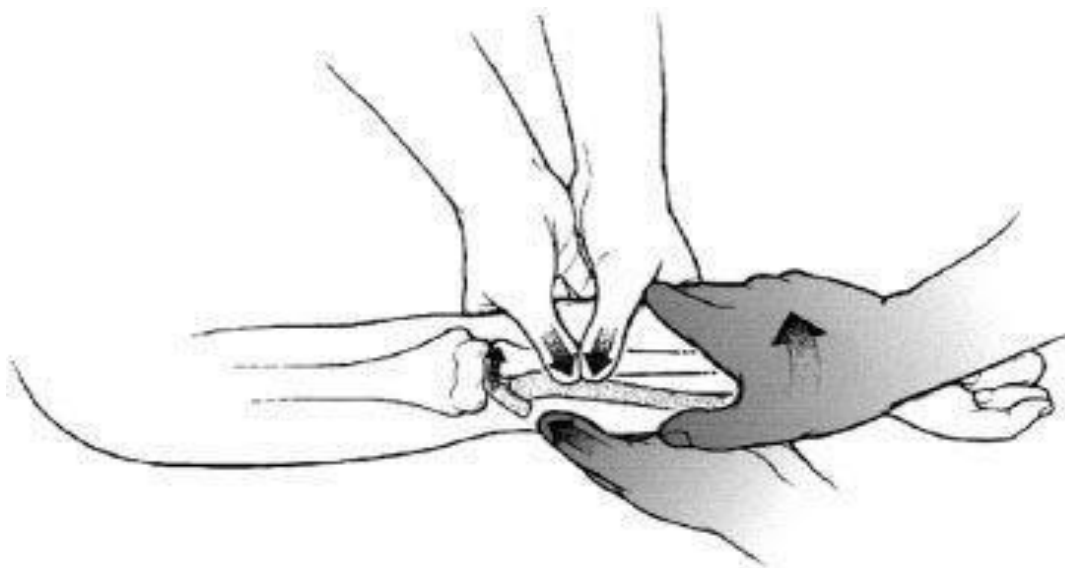
Rycina 14. Technika repozycji Israeli Kaufman'a.

- Manewr Patterson'a - na staw łokciowy w wyproście, przedramię w supinacji stosuje się jednocześnie trakcję oraz szpotawienie z jednoczesnym podparciem w okolicę głowy kości promieniowej. Poniżej na rycinie 15 przedstawiono manewr sposobem Peterson'a.



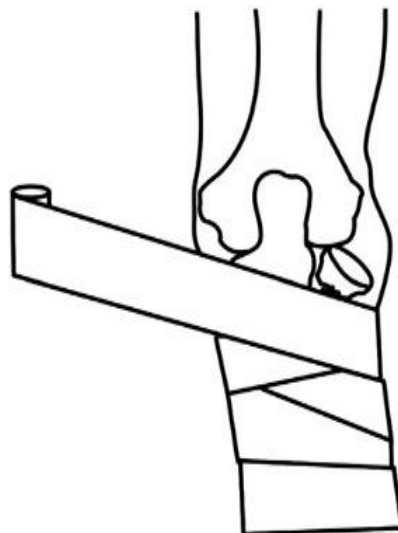
Rycina 15. Manewr Peterson'a.

- Technika Nehar i Torch'a – na staw łokciowy w wyproście, przedramieniu w supinacji, operator wykonuje trakcję, szpotawienie oraz ucisk na głowę kości promieniowej od strony bocznej, podczas gdy asysta wykonuje ucisk boczny proksymalnej części trzonu kości promieniowej [64]. Technikę Nehar i Torch'a zobrazowano na rycinie 16 poniżej.



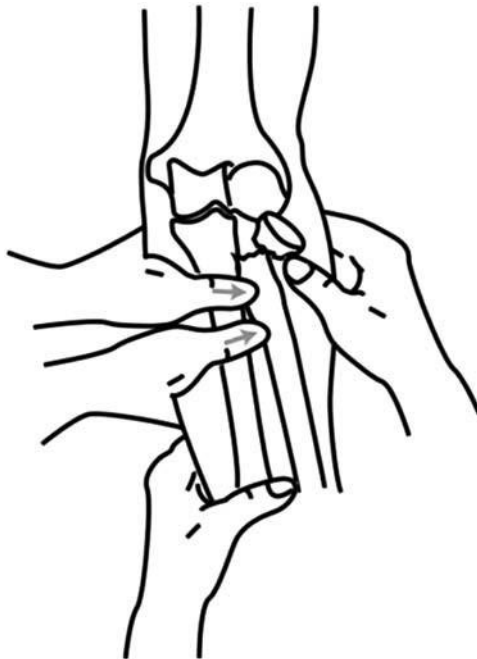
Rycina 16. Technika repozycji Nehar i Torch'a.

- Technika kompresyjna - polega na ciasnym założeniu opaski elastycznej, rozpoczynając od nadgarstka w kierunku dółokciowym, co ma spowodować wzrost ciśnienia śródtkankowego i w efekcie samoistne nastawienie [40]. Na rycinie 17 przedstawiono technikę kompresyjną.



Rycina 17. Technika „kompresyjna”.

- Technika Mansona –polega na wywieraniu nacisku na trzon kości promieniowej ukierunkowanym na tył, przy zgiętym stawie łokciowym do kąta 90° w supinacji przedramienia [67]. Technikę repozycji Mansona zobrazowano poniżej na rycinie 18.



Rycina 18. Technika repozycji wg. Mansona.

Repozycja ręczna jako leczenie pierwszego wyboru w przypadku części złamań nie jest pozbawiona ryzyka. Kaufman i wsp. opisuje możliwość wystąpienia powikłań na skutek zaburzenia ukrwienia głowy kości promieniowej jedynie po repozycji manualnej, jednak nie wskazano na bezpośrednią przyczynę urazu lub repozycji [61]. Repozycję manualną cechuje dość duże ryzyko wtórnego przemieszczenia [15].

Po repozycji stosuje się unieruchomienie ramiennie-dłoniowe na okres 3-4 tygodni w ustawieniu neutralnym przedramienia [35].

2.6.2. Leczenie operacyjne.

Ryzyko konieczności leczenia operacyjnego wzrasta z wiekiem [2]. W dostępnym piśmiennictwie nie przekracza 20% wszystkich złamań pozastawowych przynasady bliższej kości promieniowej [2,51]. Istnieje względna jednomyślność co do wskazań do leczenia operacyjnego jeśli przemieszczenie kątowe przekracza 30° [6,10,15,18,20,31,40]. W dostępnej literaturze można się spotkać ze wskazaniami do leczenia operacyjnego po nieudanej repozycji ręcznej $> 30^{\circ}$ przemieszczenia kąowego w wieku poniżej 10 roku życia oraz $> 15^{\circ}$ powyżej 10 roku życia [20,31,60]. Jednak jeśli prześledzić wskazania do leczenia translacji wśród autorów występuje rozbieżność. Tan i Mahadev jako dopuszczalne przyjmują przemieszczenie 2mm, Waters poniżej 5mm, według wytycznych Orthobullets $< 3\text{mm}$ inni 30% [1,38,55]. Leczenie operacyjne powoduje zwiększenie ryzyka powikłań urazu [2,12,15]. Większość opinii jest zgodnych, że otwarta repozycja wiąże się z gorszymi wynikami leczenia, jednak ciężkie urazy wymagają bardziej agresywnego leczenia. Nie udowodniono, czy gorsze wyniki są konsekwencją leczenia czy pierwotnego urazu [6]. Uważa się, że przemieszczenie kąowe głowy kości promieniowej w stosunku do osi kości promieniowej po interwencji operacyjnej nie powinno przekraczać 20° [15,28,49,69,85]. Przemieszczenie głowy kości promieniowej względem przynasady skutkuje ograniczeniem zakresu ruchu nawracania i odwracania [10]. Jako wadliwym ustawieniem ocenia się przemieszczenie kąowe 20 i więcej stopni [10]. Zachowanie funkcji kończyny do większości czynności dnia codziennego w odniesieniu do ruchów wyprostu i zgięcia, powinno wynosić adekwatnie maksymalnie 30° deficytu wyprostu, 130° zgięcia a ruchów odwracania oraz nawracania adekwatnie po 50° [53].

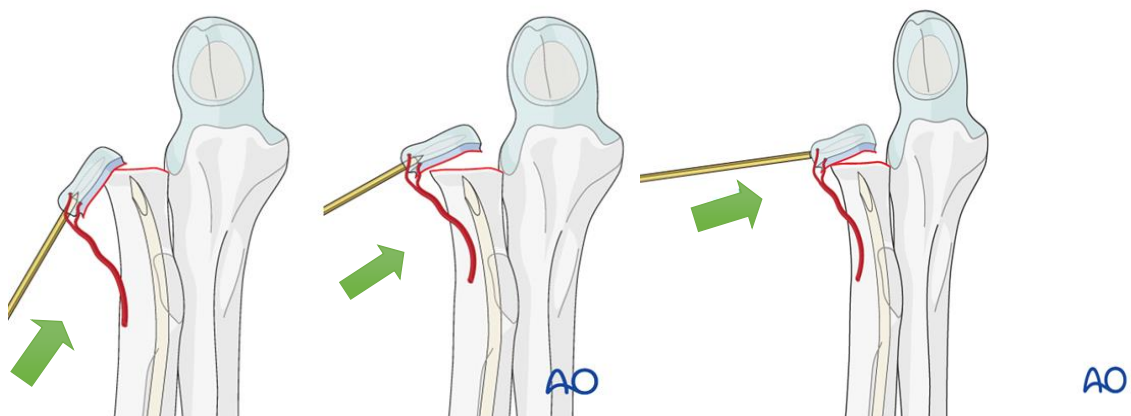
2.6.2a. Dostępne techniki operacyjne.

Dostępnych jest kilka technik operacyjnych stosowanych do repozycji przemieszczonych złamań przynasady bliższej kości promieniowej.

Repozycja przezskórna instrumentalna (PC-assisted Reduction Techniques) [18].

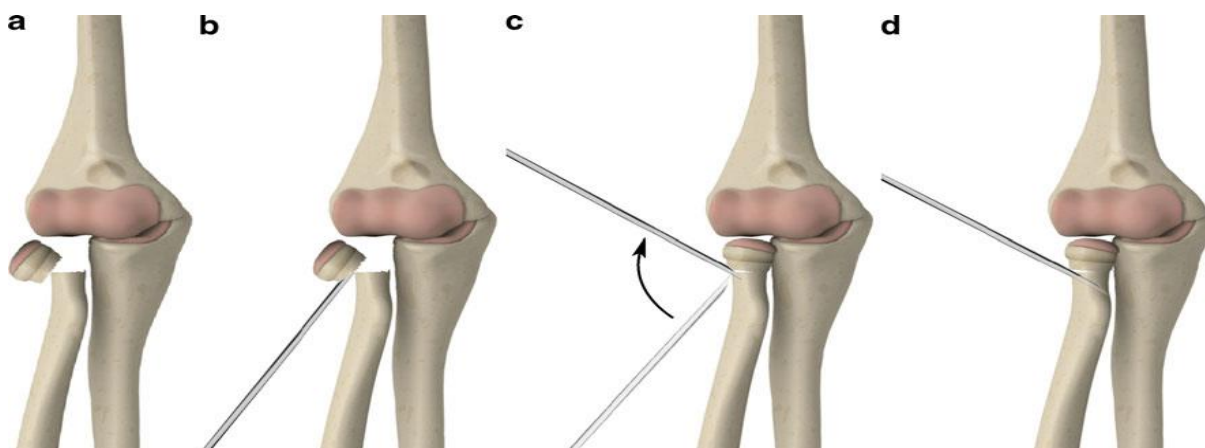
Wskazaniami do niej jest nieakceptowalne ustawienie po próbie repozycji manualnej z utrzymującym się większym od 20-30° zagięcia kąтового, translacja odłamów 3-4 mm i powyżej, bądź ograniczenie ruchów rotacyjnych -supinacji i pronacji poniżej 45°. Raportowano o skuteczności izolowanej repozycji przezskórnej sięgającej 94-99% [16,17].

- Joystick technique za pomocą drutu Kirschnera [65]. Metoda polegająca na przezskórnym wprowadzeniu drutu Kirschnera na wysokości przemieszczonej głowy kości promieniowej, dotarcie do brzegu kostnego, repozycję pod kontrolą toru wizyjnego stosując manewr sychania w miejsce anatomiczne [21,23,25]. W/w sposób najczęściej stosowany jest jako wstępna repozycja poprzedzona stabilizacją wewnętrzną, jednak wysunięto hipotezę, że wystarczającą stabilność gwarantuje ciśnienie otaczających tkanek i nie jest wymagana stabilizacja [22]. Technikę repozycji Joystick zobrazowano na rycinie 19.



Rycina 19. Technika repozycji Joystick przy użyciu drutu Kirschnera [71].

- Technika lewarowania przezskórnego. Metoda nazywana w niektórych źródłach jako metoda Bohlera czy modyfikowana Kapandji [5,24]. Jako pierwszy opisał powyższą technikę Feray w 1969 roku [78]. Przypomniał o metodzie w 1981 roku Angelov [77], oraz 1982 roku Pesudo [25]. Nie jest ona szeroko znana oraz rekomendowana. Procedura wykonywana jest w ramach bloku operacyjnego w znieczuleniu ogólnym lub regionalnym (rzadko ze względu na brak współpracy - ograniczenia wiekowe). Metoda przeprowadzana jest pod kontrolą toru wizyjnego. Rotując przedramię ustala się największe przemieszczenie. Druć Kirschnera średnicy 1.8 -2.0 mm wprowadza się przezskórną, na wysokości odłamu dystalnego pomiędzy szczelinę złamania. Wywierając siłę lewarującą orientuje się nasadę względem przynasady uzyskując najlepsze możliwe ustawienie. Druć Kirschnera kotwiczy się w naprzeciwległej warstwie korowej przynasady, uzyskując stabilność implantu oraz złamania [7,18,21,23]. Najczęściej wystarczającym jest zastosowanie jednego drutu Kirschnera, rzadko dwóch przy niepełnej repozycji przy użyciu pojedynczego [7]. Koniec drutu skraca się do długości umożliwiającej pogrążenie pod skórą bez napięcia. Staw łokciowy unieruchamia się gipsem ramiennie-dłoniowym w zgięciu 90⁰ na okres 3-5 tygodni [7]. Implanty usuwa się bezpośrednio po okresie unieruchomienia najczęściej w znieczuleniu miejscowym lub wyjątkowo, krótkotrwałym ogólnym w ramach bloku operacyjnego przy asyście anestezjologa [7]. Szkice techniki repozycji sposobem lewarowania przezskórnego z zastosowaniem drutu Kirschnera przedstawiono na rycinie 20.



Rycina 20. Technika repozycji sposobem lewarowania przezskórnego z zastosowaniem drutu Kirschnera. a. złamanie końca bliższego kości promieniowej b. sposób wprowadzenia drutu Kirschnera pomiędzy odłamy c. repozycja sposobem lewarowania d. zakotwiczenie drutu Kirschnera w naprzeciwległej warstwie korowej po zadowalającej repozycji [76].

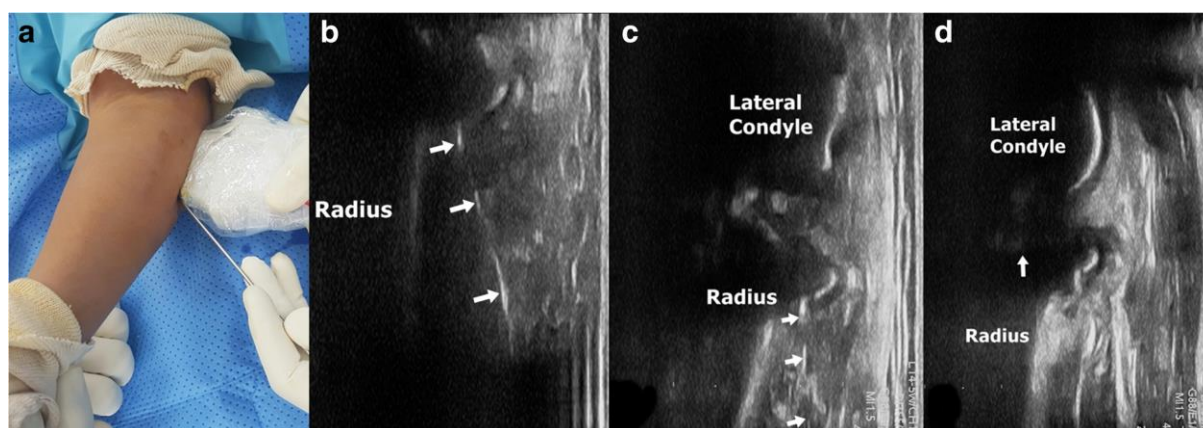
Poniżej na rycinie 21 przedstawiono RTG AP pourazowe stawu łokciowego ze złamaniem przynasady bliższej kości promieniowej, obrazy fluoroskopowe śródoperacyjne oraz RTG pooperacyjne.



Rycina 21. Technika repozycji sposobem lewarowania przezskórnego z zastosowaniem drutu Kirschnera a. złamanie końca bliższego kości promieniowej b. sposób wprowadzenia drutu Kirschnera pomiędzy odłamy w obrazie rzeczywistym fluoroskopowym c. repozycja sposobem lewarowania w obrazie rzeczywistym fluoroskopowym d. zakotwiczenie drutu Kirschnera w naprzeciwległej warstwie korowej po zadowalającej repozycji.

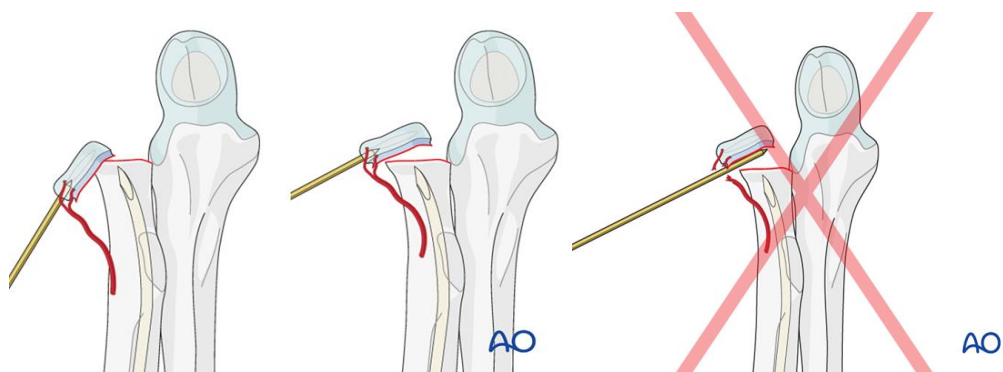
Według doniesień metoda powyższa obarczona może być ryzykiem jatrogennego uszkodzenia nerwu międzykostnego tylnego [5,21,24,62].

W pojedynczym doniesieniu Jung Eun Lee i wsp. na grupie 28 badanych przedstawili skuteczność przeprowadzenia repozycji zamkniętej, techniką lewarowania przezskórnego drutem Kirschnera, ze śródoperacyjnym obrazowaniem USG z dobrym skutkiem [44]. Jednak według samego autora metoda ma ograniczenia i zastosowanie obrazowania śródoperacyjnego motywuje ograniczeniem narażenia pacjenta na promieniowanie jonizujące wg. założeń ALARA ('as low as reasonably achievable') [44]. Na rycinie 22 przedstawiono technikę operacyjną sposobem lewarowania przezskórnego za pomocą drutu Kirschnera z obrazowaniem śródoperacyjnym ultrasonografem.



Rycina 22. Technika repozycji sposobem lewarowania przezskórnego z zastosowaniem drutu Kirschnera oraz obrazowaniem śródoperacyjnym USG: a. ustawienie głowicy aparatu USG w stosunku do drutu Kirschnera wprowadzonego przezskórnie w miejsce złamania b. obraz drutu Kirschnera w okolicy złamania c. obraz po częściowej repozycji złamania. d. obraz po repozycji złamania [44].

Pośród rekomendowanych przez AO sposobów leczenia złamań przynasady bliższej kości promieniowej u dzieci i dorosłych, neguje się sposób lewarowania przedstawiając jako ryzykowny, który stwarza ryzyko uszkodzenia ukrwienia głowy kości promieniowej [86]. Poniżej na rycinie 23 zobrazowano technikę repozycji Joystick oraz ryzyko techniki lewarowania w odniesieniu do uszkodzenia unaczynienia nasady kości promieniowej.

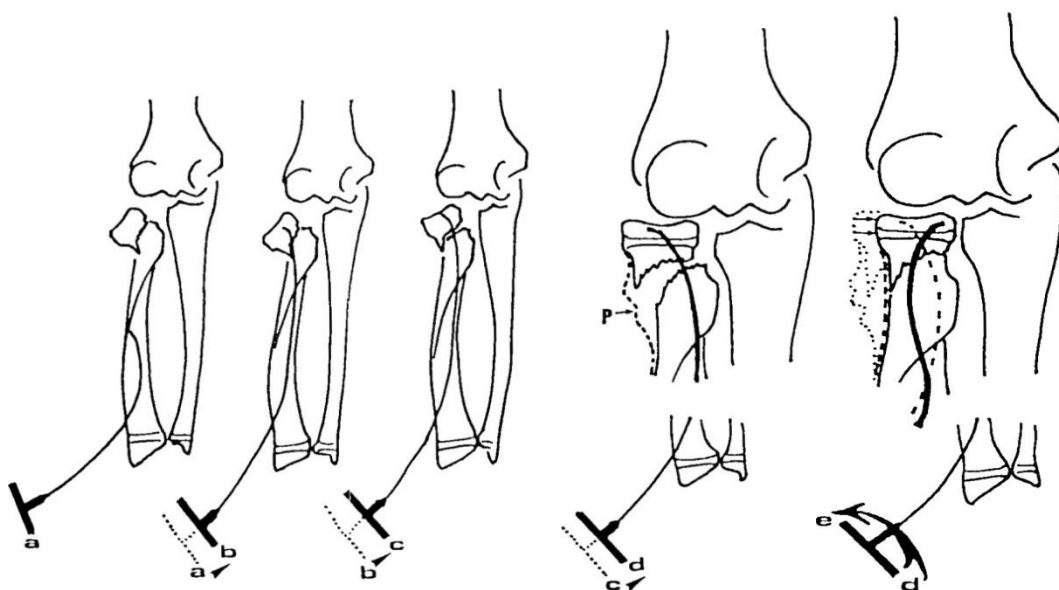


Rycina 23. Technika repozycji instrumentalnej sugerowana wg. AO przemieszczonego złamania przynasady bliższej kości promieniowej [71].

Natomiast w swoich doniesieniach Jiang, Koca, Weinberg, zanegowali wystąpienie zaburzeń ukrwienia przy zastosowaniu tej metody [7,8,54].

- Technika Metaizeau. Jest najszerszej stosowana i uważana za najbardziej efektywną, prostą w wykonaniu oraz dającą dobre wyniki [5]. Pierwszy opis metody wg. Metaizeau pochodzi z 1980r., którą udoskonalili zastosowaniem ESIN z możliwością repozycji i stabilizacji bez otwierania stawu główkowo-promieniowego [15]. Polega na wprowadzeniu odpowiednio dogiętego implantu np. ESIN wstecznie (retrograde) śródszpikowo z dostępu dystalnego do kości promieniowej, repozycji siłą rotującą implantu, do uzyskania akceptowalnego nastawienia w ocenie fluoroskopowej. Obecność nieuszkodzonej okostnej po stronie przemieszczenia zapobiega najczęściej przekorygowaniu [41]. Według autora metody, możliwym jest uzyskanie satysfakcjonującej repozycji przy wyjściowym przemieszczeniu głowy kości promieniowej powyżej kąta 80° w 75% przypadków, a w przypadku niepowodzenia 25% wymagało otwartej repozycji [15,28]. W przypadku złamań bliskich chrząstce wzrostowej, aby uzyskać stabilność zespolecia należy przeprowadzić pręt przez chrząstkę wzrostową. Gdy widoczne jest jądro kostnienia należy pamiętać, iż wprowadzając powyżej jądra kostnienia, koniec prętu jest w chrzęstnej części głowy kości promieniowej niewidocznej dla promieni X. W przypadku braku możliwości repozycji izolowaną metodą Metaizeau przy większych kątowych przemieszczeniach, stosuje się metody repozycji ręcznej lub przy braku efektu Joystick technique, metodę przezskórnego lewarowania bądź ostateczne

repozycję otwartą [3,13,41]. Sam autor metody uważa, że izolowana metoda działa przewencyjnie do jatrogennych zaburzeń ukrwienia „wstecznego” głowy kości promieniowej [15]. Piśmiennictwo nie jest zgodne co do długości unieruchomienia i nawet konieczności jego zastosowania [3]. Jednak unieruchomienie do 3 tygodni w gipsie ramiennie-dłoniowym może mieć uzasadnienie [8,13,60]. Wdrożenie ruchu kończyny rekomenduje się po usunięciu gipsu. Zespole nie możliwe jest do usunięcia po uzyskaniu zrostu, w znieczuleniu ogólnym w ramach bloku operacyjnego [8,13]. Jednym z powikłań mogących wystąpić po zastosowaniu metody jest penetracja zespolenia do stawu główkowo – promieniowego [66]. Zaobserwowano częstsza migrację zespolenia przy zastosowaniu drutów Kirschnera niż incydentalnie ESIN/TEN (Titanium Elastic Nail) [66]. Nie powinno stosować się tępo zakończonych prętów stabilizując głowę kości promieniowej jeśli nie były w stanie zreponować złamania, gdyż mogą nie zapobiegać wtórnemu przemieszczeniu [66]. Poniżej na rycinie 24 przedstawiono opisaną przez twórcę JP. Metaizeau oryginalną metodę repozycji złamania szyjki kości promieniowej.



The K-wire is introduced into the lower metaphysis of the radius (A). It is then hammered upward, directed so that its point approaches the inferior aspect of the fracture where the tilt is the greatest, most often laterally or laterally and posteriorly (A and B). At this stage, the wire is advanced by gentle taps of the mallet so that the point fixes in the epiphysis and then elevates it until it is replaced under the lateral condyle, which acts as a buffer to prevent overcorrection (C and D). Once the tilt is corrected and the opposing epiphyseal surfaces are horizontal a lateral shift of a few millimeters often remains (D). Therefore, the pin is turned around its long axis through 180° (D and E) so that it points face inwards. This produces a medial shift of the radial head and reduces it. The tension produced in the lateral intact periosteum prevents overcorrection medially (E). The lower metaphyseal end of the pin is then cut and the skin is closed.

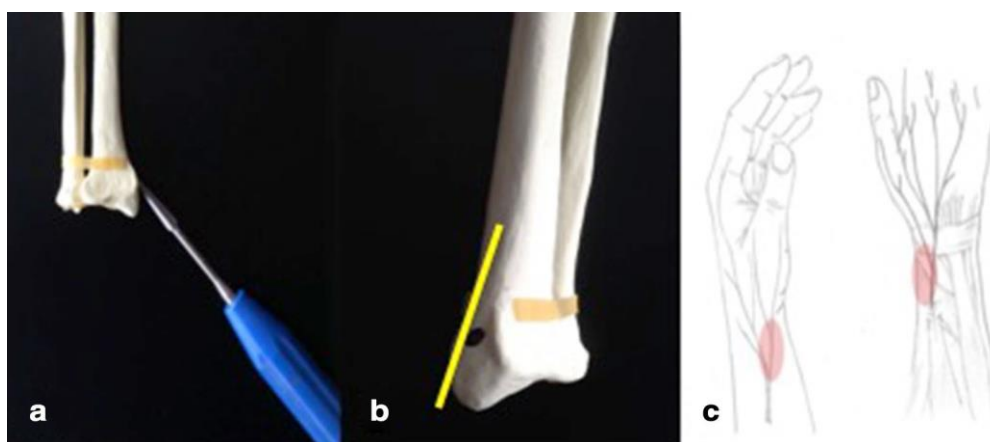
Rycina 24. Technika „Metaizeau” wraz z oryginalnym opisem metody J.P. Metaizeau z 1993r [15].

Na poniższej rycinie 25 przedstawiono obrazy fluoroskopowe oraz szkice manewru repozycji przy zastosowaniu metody Metaizeau.



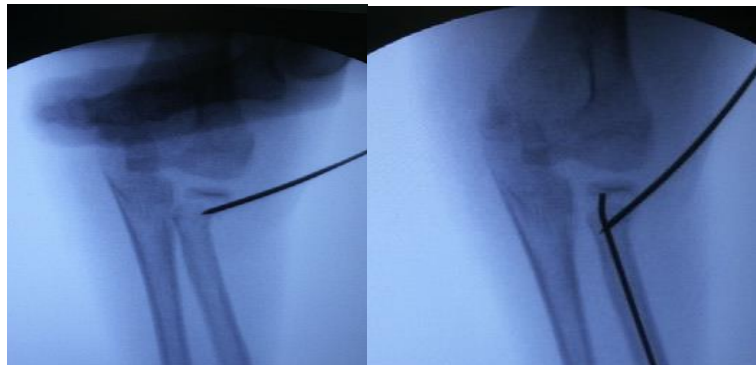
Rycina 25. Technika wg. Metaizeau o ocenie fluoroskopowej podczas zabiegu operacyjnego oraz rycinach [86].

Poniżej na rycinie 26 zobrazowano miejsce wprowadzenia implantu do kanału szpikowego kości promieniowej w aspekcie zastosowania metody Metaizeau oraz szkice przebiegu gałęzi powierzchniowej nerwu promieniowego.



Rycina 26. Technika wg. Metaizeau a. instrukcja oceny miejsca wprowadzenia (entry point) zespolenia ESIN z użyciem szydła kostnego b. kąt pochylenia szydła kostnego oraz wprowadzenia zespolenia ESIN do kanału szpikowego c. miejsce przebiegu gałęzi powierzchniowej nerwu promieniowego w miejscu wprowadzanie zespolenia ESIN -w przypadku uszkodzenia może dojść do parestezji z zakresie kciuka oraz palca wskazującego [74].

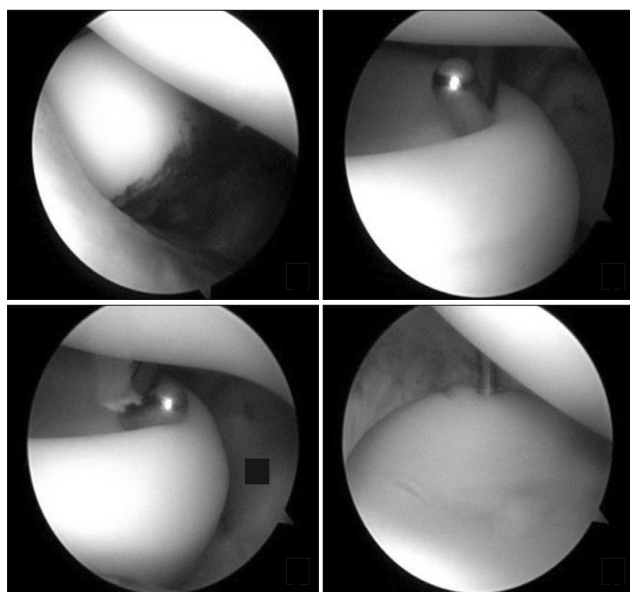
W przypadku znacznych przemieszczeń głowy kości promieniowej, gdy nie jest możliwe wykorzystanie repozycji sposobem Metaizeau przemieszczonej nasady, posiłkować się można wstępnym nastawieniem przezskórną techniką lewarowania drutem Kirschnera lub metodą Joystick. Po wstępnej repozycji, gdy możliwe jest „zahaczenie” nasady wcześniej wprowadzonym śródszpikowym prętem, dokonuje się nastawienia stosując manewr rotacyjny implantem. Poniżej na rycinie 27 przedstawiono obraz fluoroskopowy połączonej metody wstępnej repozycji przezskórnej metodo lewarowania oraz Metaizeau.



Rycina 27. Technika przedstawiająca połączoną -hybrydową metodę Metaizeau ze wstępną metodą lewarowania przezskórnego za pomocą drutu Kirschnera.

- Repozycja ze stabilizacją z wizualizacją artroskopową. W poszukiwaniu rozwiązań operacyjnych, zmniejszających konieczność otwartej repozycji Jong YK., zaproponował repozycję z wizualizacją artroskopową [88]. Metodę zaproponowano po wcześniejszej nieskutecznej próbie zamkniętego nastawienia, na siedmiu przypadkach pacjentów pediatrycznych z izolowanym złamaniem przynasady bliższej kości promieniowej, bez pourazowych ubytków unerwienia i unaczynienia w obrębie kończyny. Dzięki bezpośredniej artroskopowej wizualizacji oraz stabilizacji drutami Kirschnera, według autora uzyskano w każdym przypadku dobrą i doskonałą repozycję oraz dobre i doskonałe wyniki, mogąc stanowić alternatywną formę leczenia operacyjnego.

Na rycinie 28 przedstawiono metodę repozycji i stabilizacji złamania przynasady bliższej kości promieniowej z zastosowaniem artroskopii stawu łokciowego.



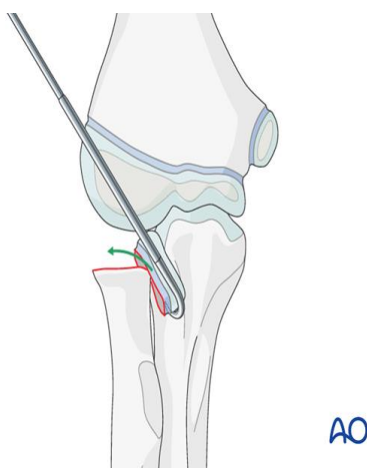
Rycina 28. Obraz artroskopowy przed repozycją złamania a, b, c -obraz z hakiem artroskopowym po repozycji, c. obraz po stabilizacji złamania drutem Kirschnera [88].

2.6.2b. Repozycja otwarta.

Otwartą repozycję praktykuje się wyłącznie w sytuacjach braku możliwości akceptowalnej repozycji przy zastosowaniu innych mniej inwazyjnych metod lub braku możliwości wykorzystania toru wizyjnego [5,8]. Główną przyczyną braku możliwości repozycji instrumentalnej przezskórnej, jest interpozycja więzadła pierścieniowego między szyjką a głową kości promieniowej, gdy przemieszczenia sięgają powyżej 60° [83]. Ze względu na to, że złamania stawowe u dzieci występują incydentalnie, również pierwotne otwarte nastawienie jako zaplanowana procedura jest rzadko przeprowadzana [1,9]. Istnieją doniesienia o wskazaniach do pierwotnej otwartej repozycji w przypadku całkowitego przemieszczenia bez kontaktu z częścią przynasadową akceptując ewentualne powikłania śródoperacyjne jatrogenne, jednak nie dokonano porównania z grupą kontrolną kwalifikując a priori [6,7]. W opozycji do powyższej opinii wysunięto tezę o z góry złych prognostycznych wynikach w znaczących przemieszczeniach - jak Judet IVb z ograniczeniem zakresu ruchów stawu łokciowego z tezą, że *nieanatomiczna* zamknięta lub instrumentalna repozycja może skutkować lepszą funkcją niż anatomiczna otwarta [66]. Ze względu na poważniejsze urazy i przemieszczenia kątowe w starszych grupach wiekowych, również w tej grupie częstszym jest konieczność otwartej repozycji pogarszając finalne rokowania [2]. Wykazano gorsze wyniki funkcji stawu łokciowego przy zastosowaniu otwartej repozycji [6,7,12,15,18,28,40,83]. W pojedynczym doniesieniu Camila i wsp. raportowali biorąc pod uwagę jedynie ocenę zakresu ruchu, o porównywalnych wynikach między leczonymi operacyjnie pacjentami z izolowanym złamaniem przynasady bliższej kości promieniowej, a złamaniem przynasady bliższej kości promieniowej ze złamaniami współtowarzyszącymi [2]. Rekomendowanym dostępem operacyjnym jest boczny Kochera, pomiędzy mięśniem łokciowym, a prostownikiem łokciowym nadgarstka. Otwarta repozycja jednak wiąże się ze zwiększonym ryzykiem zaburzenia ukrwienia głowy kości promieniowej [3,61]. Podłoże powikłania tłumaczy unaczynienie chrzęstnej głowy kości promieniowej, które zaopatrywane jest z naczyń przynasadowych [1,15,34]. Jałowa martwica głowy kości promieniowej jest rzadka, gdyż miejsce urazu znajduje się najczęściej dystalnie od wejścia naczyń [1]. Odnotowuje się wyższy odsetek powikłań po repozycji otwartej w porównaniu z zamkniętą w odniesieniu do jałowej martwicy głowy kości promieniowej 19% do 5%, w przedwczesnym zamknięciu chrząstki wzrostowej 50% do 5%, wystąpieniu skostnień heterotropowych 25% do 4% [1,30,61].

Przy preparowaniu i repozycji należy zachować wysoce posuniętą staranność, aby zminimalizować uszkodzenia tkanek miękkich, porażenie nerwu międzykostnego tylnego

(pronacja przedramienia) oraz okostnej, zmniejszając tym samym zaburzenie ukrwienia. Zatem aby zminimalizować ryzyko ukrwienia głowy kości promieniowej sugeruje się po pierwsze, podjąć próbę repozycji bez otwierania torby stawowej, jeśli próba jest nieudana wykonać artrotomię stawu główkowo-promieniowego z cięcia grzbietowo-bocznego, usunięcie krwiaka stawowego aby uwidocznić głowę kości promieniowej, następnie przy użyciu haka „dentystycznego” lub zagiętego np. drutu Kirschnera, dzięki manewrom nastawić złamanie w pozycji umożliwiającej zespolenie. Poniżej na rycinie 29 przedstawiono technikę repozycji z zastosowaniem haka dentystycznego w przemieszczeniu przyśrodkowym głowy kości promieniowej.



Rycina 29. Technika repozycji otwartej z dostępu bocznego, przy użyciu haka „dentystycznego” przemieszczenia przyśrodkowego głowy kości promieniowej [86].

Przy stabilizacji unikać należy przezstawowej fiksacji główki kości ramiennej z głową kości promieniowej, ryzykując złamaniem implantu, lizę wokół implantu, uszkodzeniem powierzchni stawowej czy jałową martwicę [27,50,54]. Piśmiennictwo nie jest zgodne co do konieczności unieruchomienia lub jeśli tak, to na jaki okres czasu [3]. Uważa się, że w przypadku nawet ciężkich złamań przynasady bliższej kości promieniowej nie należy stosować jej usunięcia [28].

2.7. Powikłania

- Zmniejszenie zakresu ruchów rotacyjnych przedramienia, częściej pronacji, rzadziej supinacji - najczęstsze powikłanie dochodzące do 40% wszystkich złamań przynasady bliższej kości promieniowej [1,3,7,12,13,39].
- Przewlekłe dolegliwości bólowe [12,13].
- Przerost głowy kości promieniowej notowane w 20-40 % przypadków, najczęściej bez następstwa zaburzenia funkcji kończyny [7,12,13,38].
- Jałowa martwica głowy kości promieniowej, występuje w 10-20% przypadków, z czego 70% po otwartej repozycji na skutek zaburzenia ukrwienia [2,3,7,13,26,28,39,86]. Istnieje związek ze stopniem przemieszczenia, a wystąpieniem zaburzenia ukrwienia głowy kości promieniowej [3,15].
- Uszkodzenie nerwu międzykostnego tylnego (PIN) [12].
- Przedwczesne zamknięcie chrząstki wzrostowej, przez uszkodzenie mechaniczne chrząstki wzrostowej głowy kości promieniowej, co może skutkować koślawością stawu łokciowego [1,3,7,13,39,86].
- Zrost krzyżowy (synostosis), wystąpić może w przypadku otwartego nastawienia z rozległym odpreparowaniem tkanek miękkich lub opóźnieniem leczenia [13,25].
- Skostnienia pozaszkieletowe [3,12,13,28,39,86].
- Zrost opóźniony lub brak zrostu w miejscu złamania [1,28].

Udowodniono, że przemieszczenia nieakceptowalne, przedwczesne zamknięcie chrząstki wzrostowej oraz jałowa martwica głowy kości promieniowej są skorelowane z deficytem funkcjonalnym stawu łokciowego [6].

2.8. Rokowanie

Ze względu na budowę anatomiczną przedramienia i stawu łokciowego jako czynnościowej całości i funkcjonalności kończyny górnej, urazy tej okolicy mogą znacząco zaburzać jej funkcję. Sam uraz, jego rozległość oraz sposób leczenia mogą wpływać na końcowy jego efekt. Poznano czynniki ryzyka złego wyniku, z których najważniejsze przedstawiono poniżej.

Znaczące przemieszczenie złamania [1,6,8,10,15,28]. Im większe przemieszczenie tym gorsze rokowanie.

Poniżej przedstawiono tabelę zbiorczą przedstawiającą ilościowy podział pacjentów ze względu na stopień przemieszczenia kąтового złamań przynasady bliższej kości promieniowej według cytowanych poniżej autorów [25,29,30,39,42,72,79,80,81,87].

Tabela 5. Tabela zbiorcza przedstawiająca ilościowy podział przemieszczeń kątowych złamań końca bliższego kości promieniowej.

	Liczba badanych	Przemieszczenia		
		<30 ^o	30-59 ^o	60 ^o
Jeffery[39]	24	-	15	9
Reydy i VanGorder [81]	30	2	4	24
Henrikson[87]	55	2	30	23
Jones i Esan [79]	34	3	16	15
Newman [30]	48	-	16	32
Vahvanen i Gripenberg[42]	37	19	10	8
Lindham i Hugosson [80]	29	13	4	12
Tibone [72]	30	17	10	3
Pesudo i wsp.[25]	22	1	10	11
Wszyscy badani	351	67	125	158

Złamanie nieizolowane – towarzyszące obrażenia w obrębie stawu łokciowego, z których najczęstszymi są: zwichnięcie stawu łokciowego, złamanie wyrostka łokciowego lub przynasady bliższej kości łokciowej, nadkłykcia przyśrodkowego kości ramiennej, uszkodzenie więzadła pobocznego łokciowego [1,6,8,10,15,28]. Poniżej w tabeli 6 przedstawiono wyniki badań własnych autorów przedstawiające ilość urazów współtowarzyszących złamaniom przynasady bliższej kości promieniowej.

Tabela 6. Ilościowe wyniki urazów współtowarzyszących złamaniom przynasady bliższej kości promieniowej według autorów [25,29,30,39,42,72,79,80,81].

Uraz współtowarzyszący	Reidy i Jeffery[39]	Jones i Van Gorder[81]	Jones i Esah [79]	Newman[30]	Vahvanen i Gripenberg[42]	Lindham[80]	Tibone i Stoltz [72]	Pesudo i wsp.[25]
Liczba badanych	24	30	34	48	37	29	33	22
Z. wyr. łokciowego	3	6	4	5	4	7	7	2
Z. Nadkłykcia przyśrodkowego	3	3	2	4	5	6	5	
Zwichnięcie łokcia	1		3	8	2	4		2
Z. kości łokciowej	1				3		5	
Uszk. więz. pobocznego przyśrodkowego				2				
Z. kłykcia bocznego k. ramiennej						4		
Z. główki kości ramiennej					1			
Z. p. dalszej kości promieniowej			1					
Z. wielomiejscowe								
Złamanie kości łódeczkowatej								

Wiek - dojrzałość kostna. Wykazano gorsze wyniki funkcji stawu łokciowego w urazach powyżej 10 roku życia [18,21].

Otwarte nastawienie ze stabilizacją wewnętrzną. Wykazano gorsze wyniki funkcji stawu łokciowego, przy zastosowaniu otwartej repozycji ze stabilizacją wewnętrzną [1,6,10,28,55]. Poniżej w tabeli 7 przedstawiono wyniki zbiorcze według autorów pacjentów leczonych operacyjnie i nieoperacyjnie z uwzględnieniem wieku i przemieszczeń kątowych.

Tabela 7. Wyniki leczenia zachowawczego oraz operacyjnego w złamaniach przynasady bliższej kości promieniowej z uwzględnieniem przemieszczenia kątowego oraz wieku pacjentów według autorów; Jeffery CC., Pesudo JV., Steinberg E, Tibone J., Jones E., Reidy JA.[25,29,39,72,79,81].

Wiek	Przemieszczenie kątowe	Zabieg operacyjny	Wynik funkcji stawu łokciowego		
			Dobry	Zadowolający	Zły
5-9	30-59 ⁰	Nie	10	2	1
		Tak	10	2	2
	≥60 ⁰	Nie	1	1	2
		Tak	14	3	8
>10	30-59 ⁰	Nie	21	3	1
		Tak	16	3	4
	≥60 ⁰	Nie	3	1	5
		Tak	20	12	13

3. Cele pracy i hipotezy badawcze.

Ze względu na brak jednolitych wytycznych w leczeniu operacyjnym złamań przynasady bliższej kości promieniowej u dzieci i dorastających, podjęto próbę oceny wyników leczenia operacyjnego izolowaną metodą lewarowania ze stabilizacją przezskórną drutem Kirschnera.

Istnieje kilka technik stosowanych w leczeniu operacyjnym – instrumentalne przezskórne, które dzielą się na technikę „joystick” i lewarowanie, Metaizeau oraz otwarta repozycja. Powyższe metody leczenia operacyjnego stosowane są od wielu lat. Obecnie najszerszej stosowaną i opisywaną jest technika Metaizeau. W naszym ośrodku jako pierwszą stosowano technikę lewarowania przezskórnego ze stabilizacją drutem Kirschnera. W większości dostępnych prac, ocenia się wyniki leczenia operacyjnego sposobem Metaizeau jako izolowaną lub hybrydową. Niewiele miejsca w dostępnej literaturze zajmuje metoda lewarowania przezskórnego ze stabilizacją drutem Kirschnera w jednorodnej grupie badanej, izolowanego złamania przynasady bliższej kości promieniowej, bez współistniejących uszkodzeń.

Postawiono następujące cele i hipotezy badawcze:

Cele badawcze:

- Ocena parametrów radiologicznych - stopnia przemieszczenia odłamów złamania w badaniu RTG pourazowym
- Ocena parametrów radiologicznych - stopnia przemieszczenia odłamów złamania w badaniu RTG po leczeniu operacyjnym
- Ocena subiektywna funkcji stawu łokciowego po leczeniu operacyjnym
- Ocena zakresu ruchów stawu łokciowego poddanemu zabiegowi operacyjnemu
- Ocena i weryfikacja odległych niekorzystnych następstw leczenia

Hipotezy badawcze:

- Leczenie z zastosowaniem metody lewarowania i przezskórnej stabilizacji daje odległe dobre i bardzo dobre wyniki radiologiczne oraz funkcjonalne
- Istnieje związek pomiędzy obrazem radiologicznym oraz wynikiem funkcjonalnym w ocenie subiektywnej oraz zakresem ruchów stawu łokciowego
- Metodę cechuje niskie ryzyko powikłań jatrogennych
- Może stanowić bezpieczną alternatywę dla innych metod operacyjnych

4. Materiał i metody.

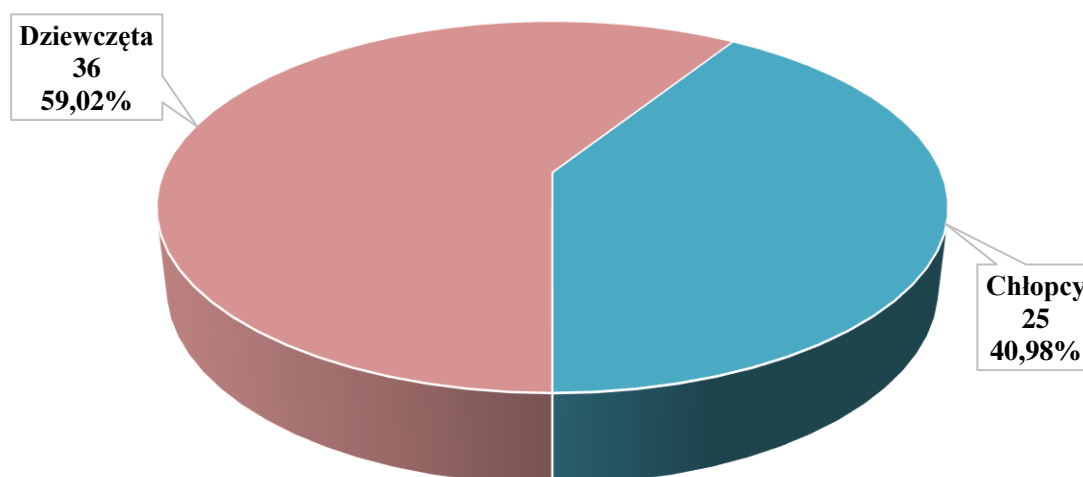
4.1. Materiał.

4.1.1. Dane populacyjne i dobór pacjentów.

W Klinice Ortopedii i Traumatologii Instytutu Centrum Zdrowia Matki Polki w Łodzi, z powodu złamania przynasady bliższej kości promieniowej w latach 2009-2019, hospitalizowano 134 pacjentów. Urazy dotyczyły łącznie złamań izolowanych jak i złamań z innymi urazami współtowarzyszącymi stawu łokciowego i przedramienia.

Zakwalifikowano do badania 79 pacjentów z izolowanymi złamaniami przynasady bliższej kości promieniowej, leczonych operacyjnie metodą lewarowania ze stabilizacją przezskórną za pomocą drutu Kirschnera. Z powodu braku możliwości dotarcia do niektórych pacjentów, bądź chęci wzięcia udziału w badaniu oraz pandemii SARS Cov -19, grupa ostatecznie zmniejszyła się. Ostatecznie w badaniu wzięło udział 61 pacjentów, 25 chłopców, 36 dziewcząt. Wiek pacjentów w chwili badania kontrolnego wynosił od 6 do 16 lat. Czas obserwacji nie był krótszy niż 2 lata. Maksymalny czas obserwacji wynosił 9 lat.

Przebadano łącznie 61 pacjentów, z czego 36 dziewcząt (59,02%) oraz 25 chłopców (40,98%).



Rycina 30. Struktura badanych według płci.

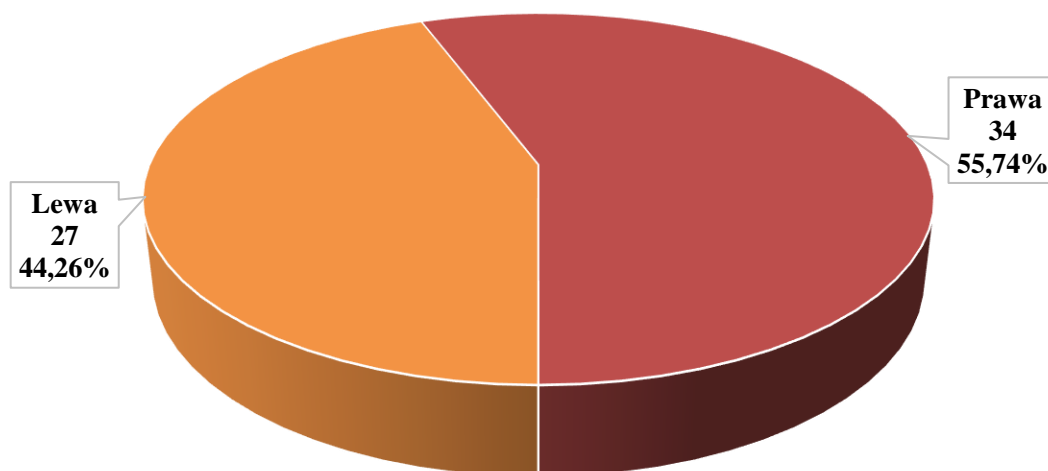
Przyczyna urazu, którego doznali badani pacjenci:

- Upadek z własnej wysokości, 42 osoby (68,85%)
- Uraz sportowy, 8 (13,11%)
- Upadek z roweru, 5 osób (8,20%)
- Upadek z huśtawki, 2 osoby (3,28%)
- Upadek z trampoliny, 2 osoby (3,28%)
- Upadek z wysokości, 1 osoba (1,64%)
- Upadek z hulajnogi, 1 osoba (1,64%)

Średnia wieku badanych wynosiła 9,69 lat (SD = 2,91 lata), przy czym badani chłopcy byli statystycznie istotnie starsi od badanych dziewcząt, tj. 10,88 lat (SD = 2,67 lat) *versus* 8,86 lat (SD = 2,81 lat) ($p = 0,007$).

Od wystąpienia urazu do przeprowadzenia przedmiotowej interwencji chirurgicznej u badanych minęła przeciętnie jedna doba (Me = 1). Czas obserwacji w warunkach szpitalnych, po operowaniu stawu łokciowego wynosił przeciętnie cztery doby (Me = 4). Szczegółowe wyniki statystyki opisowej omawianych zmiennych przedstawia tabela 8.

Lewą kończynę górną operowano w 27 (44,26%), zaś prawą – w 24 przypadkach (55,74%). (Ryc. 31.)



Rycina 31. Operowana strona u badanych.

Wszyscy pacjenci wraz z opiekunami prawnymi stawili się osobiście i dobrowolnie na badania. Wszyscy opiekunowie podpisali świadomą zgodę na wzięcie udziału w badaniu, zostali również poinformowani o celu badania. Na badanie otrzymano zgodę Komisji Bioetycznej Instytutu Centrum Zdrowia Matki Polki Nr 91/2018 z dnia 23 października 2018r.

Tabela 8. Statystyka opisowa zmiennych numerycznych badanych ogółem i według płci

Analizowana zmienna	Płeć	Parametr statystyczny					Poziom istotności statystycznej (<i>p</i>)
		<i>M</i>	<i>Me</i>	<i>SD</i>	<i>95% CI</i>	<i>Min.-maks.</i>	
Wiek (lata)	Dziewczęta	8,86	9	2,81	7,91-9,81	4-15	= 0,007
	Chłopcy	10,88	11	2,67	9,78-11,98	3-15	
	Razem	9,69	10	2,91	8,94-10,43	3-15	
Czas od urazu do zabiegu (doba)	Dziewczęta	2,25	1	3,02	1,23-3,27	0,0-12,0	= 0,091
	Chłopcy	1,52	1	2,95	0,30-2,74	0,0-12,0	
	Razem	1,95	1	2,99	1,19-2,72	0,0-12,0	
Czas obserwacji (doba)	Dziewczęta	4,42	4	2,01	3,74-5,10	1,5-9,0	= 0,629
	Chłopcy	4,18	4	1,86	3,41-4,95	2,0-9,0	
	Razem	4,32	4	1,94	3,82-4,82	1,5-9,0	

4.1.1a. Kryteria włączenia do badania.

Do badania włączono osoby:

- złamaniem przynasady bliższej kości promieniowej z przemieszczeniem odłamów powyżej 30⁰ zagięcia odłamów,
- i/lub translacją >2 milimetry,
- urazem izolowanym,
- otwartą chrząstką wzrostową głowy kości promieniowej w chwili urazu,
- okresem od urazu do zabiegu operacyjnego 0-10 dni.

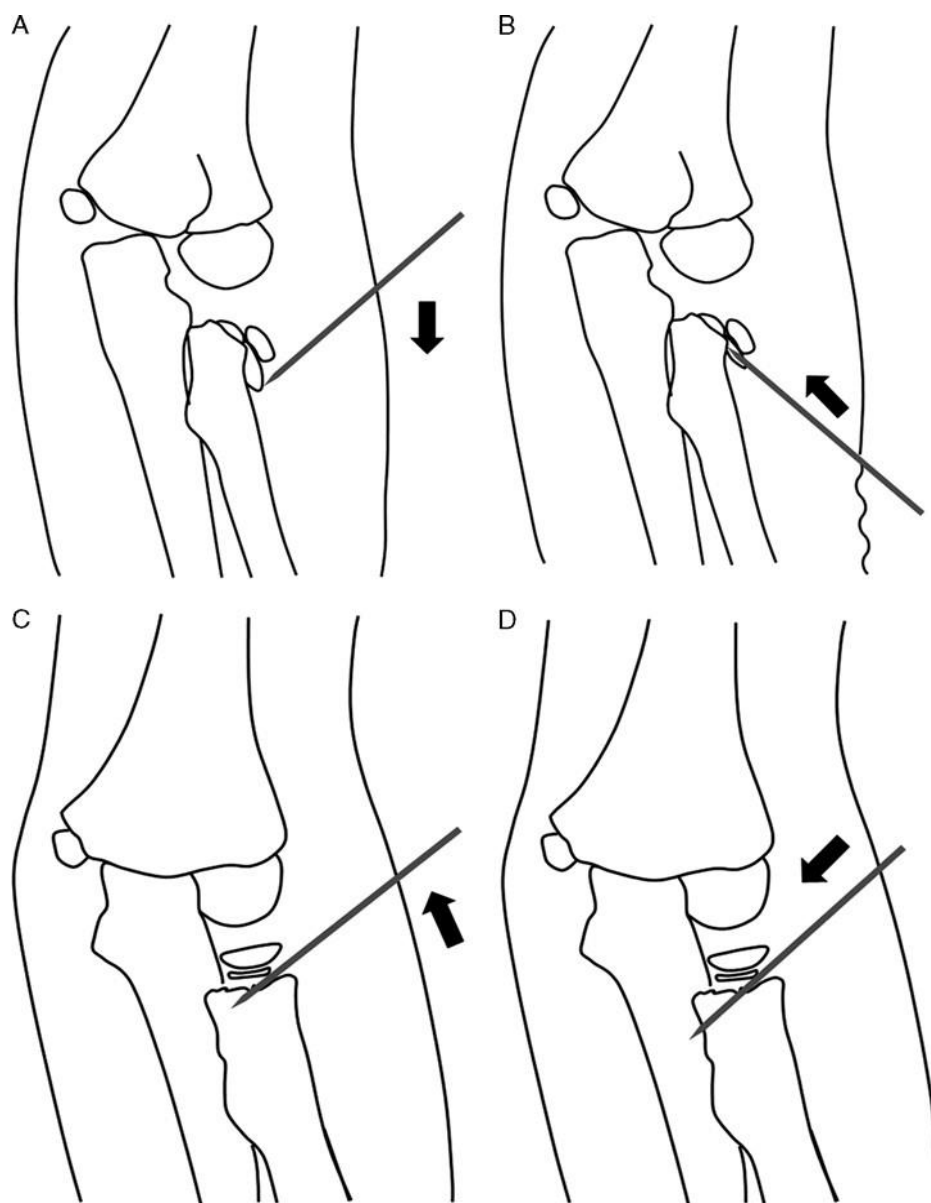
4.1.1b. Kryteria wykluczenia z badania.

Z badania wykluczono:

- osoby ze współistniejącymi złamaniami w obrębie stawu łokciowego,
- złamaniem przynasady bliższej kości promieniowej ze współistniejącym zwicnięciem stawu łokciowego,
- zamkniętą chrząstką wzrostową głowy kości promieniowej w chwili urazu,
- bezpośrednio po nieudanej próbie leczenia operacyjnego inną metodą,
- zastosowanie metody hybrydowej np. technika lewarowanie ze stabilizacją sp. Metaizeau.

4.2. Technika operacyjna.

Technika operacyjna lewarowania przezskórnego ze stabilizacją drutem Kirschnera obejmuje następujące procedury. Pacjent pod znieczuleniem ogólnym w ułożeniu na wznak. Staw łokciowy w wyproście. Przy użyciu toru wizyjnego stosując ruch rotacji przedramienia z pronacji do supinacji oceniano największe przemieszczenie kątowe głowy względem przynasady. Następnie drut Kirschnera 1,6mm - najczęściej 1,8mm - rzadziej 2,0mm pod bezpośrednią wizualizacją, przezskórnie na wysokości odłamu dystalnego wprowadzano równoległe do płaszczyzny głowy kości promieniowej między powierzchnie ranne zahaczając jedynie boczną warstwę korową. Powyższy sposób skutkuje brakiem napięcia tkanek przy manewrze lewarowania. Przy jednoczesnym ruchu przemieszczania proksymalnego drutu Kirschnera oraz szpotawienia stawu łokciowego uzyskiwano repozycję głowy względem przynasady kości promieniowej. Kolejno za pomocą wiertarki kotwiczono drut Kirschnera naprzeciwległej warstwie korowej, uzyskując stabilność implantu oraz względną złamania. Przy manewrze nie dochodzi do uszkodzenia powierzchni stawowej. Oceniano w wiązce ciągłej lub przerywanej toru wizyjnego ustawienie złamania oraz umiejscowienia implantu. Skracano implant do długości adekwatnej, aby palpacyjnie można było namierzyć koniec implantu. Pograżano w tkankach minimalizując ryzyko infekcji. U pacjentów stosowano wyłącznie technikę lewarowania za pomocą pojedynczego drutu Kirschnera, nie używając forsownych rękoczynów oraz zbytecznego wielokrotnego wprowadzania implantu przez tkanki miękkie oraz miejsce złamania. W każdym przypadku zakładano gips ramiennie-dłoniowy w ustawieniu pośrednim przedramienia oraz 90 stopniach zgięcia stawu łokciowego. Unieruchomienie stosowano nie krócej niż 5 tygodni. Po tym czasie usuwano gips. Wykonywano RTG AP i L stawu łokciowego. Implant usuwano w znieczuleniu nasiękowym w warunkach ambulatoryjnych. Poniżej na rycinie 32 przedstawiono metodę repozycji sposobem lewarowania przezskórnego z zastosowaniem drutu Kirschnera.



Rycina 32. Technika repozycji sposobem lewarowania przezskórnego z zastosowaniem drutu Kirschnera ze zmniejszeniem napięcia tkanek miękkich podczas repozycji. A. wprowadzenie drutu Kirschnera skośnie na wysokości złamania kierując się poniżej przemieszczonej głowy kości promieniowej w celu uniknięcia napięcia implantu podczas repozycji. B. Po umiejscowieniu końca drutu Kirschnera poniżej głowy kości promieniowej należy ustawić implant równoległe do płaszczyzny przemieszczonego fragmentu wbrew napięciu tkanek oraz wprowadzić za pierwszą warstwę korową. C. Ruchem proksymalnym -lewarującym dokonuje się repozycji złamania jednocześnie zwalniając napięcie tkanek. D. Przeprowadzenie drutu Kirschnera przez naprzeciwległą warstwę korową stabilizuje implant oraz złamanie [75].

4.3. Metody.

4.3.1. Badanie kontrolne.

Po uprzednim wglądzie w historię chorób pacjentów spełniających założenia badania zapraszano telefonicznie na wizytę bezpośrednią. Pacjenci w obecności opiekuna prawnego podlegali ocenie klinicznej oraz radiologicznej w Poradni Ortopedycznej lub Klinice Ortopedii i Traumatologii. Wykonywano badanie przedmiotowe oraz diagnostykę radiologiczną. Zdjęcia RTG porównawcze obu stawów łokciowych w standardowych projekcjach AP i bocznej wykonywane były w ramach wizyty. W badaniu klinicznym oraz radiologicznym wzięło udział 61 pacjentów. Podczas wizyty pacjenci oraz opiekunowie prawni byli informowani o celu oraz wyniku badania.

4.3.2. Badanie kliniczne.

Każdy pacjent oraz opiekun podczas wizyty kontrolnej pytany był o dolegliwości bólowe ze strony operowanej kończyny, funkcję kończyny w wybranych aspektach. Wypowiedzi pacjentów uzupełniano spostrzeżeniami opiekunów. Podczas badania przedmiotowego oceniano palpacyjnie stawy łokciowe, zakresy ruchów: zgięcia, wyprostu, nawracania, odwracania przedramienia, stabilność stawu łokciowego płaszczyźnie czołowej. Badanie obejmowało obydwie kończyny – operowaną oraz nieoperowaną, porównawczo.

Pomiary zakresów ruchów zgięcia i wyprostu stawów łokciowych porównawczo oraz ruchy odwracania i nawracania przedramion porównawczo oceniano za pomocą goniometru. Pomiary kończyn nieleczonych posłużyły jako kontrola. Każdy pacjent subiektywnie ocenił wynik leczenia operacyjnego jako doskonały, dobry, satysfakcjonujący, wystarczający, niepełny, niesatysfakcjonujący.

4.3.3. Badanie ankietowe.

W obecności badającego wypełniano ankietę wg. Mayo Elbow Performance Score, która to składała się z sześciu pytań: dolegliwości bólowe kończyny operowanej (samoistne, w czynnościach dnia codziennego, aktywności sportowej), subiektywnej ocenie czynności codziennych: czesanie/układanie włosów, samodzielne spożywanie posiłków, ubieranie się, zakładanie butów, samoobsługowe czynności higieniczne (korzystanie z WC, kąpiel, higiena jamy ustnej). W zależności od nasilenia dolegliwości bólowych uzyskiwano odpowiednią ilość punktów: 45 pkt. brak dolegliwości, 30 pkt. łagodne, 15 pkt. umiarkowane, 0 pkt. silne. W ocenie czynności samoobsługowych możliwych do wykonania uzyskiwano po 5 punktów z łączną maksymalną 25 pkt. W ocenie stabilności stawu łokciowego 10 pkt. stabilność pełna, 5pkt. umiarkowana niestabilność, 0 pkt. znaczna niestabilność. W badaniu zakresu ruchów stawu łokciowego uzyskuje się 20 pkt. $>100^{\circ}$, 15 pkt. pomiędzy 100° a 50° , 5 pkt. jeśli zakres ruchów $<50^{\circ}$.

Pytania ankiety oraz punktacja były składową Mayo Elbow Performance Score (MEPS), co przedstawiono w poniższej tabeli 9.

Tabela 9. Punktacja i wynik wg. Mayo Elbow Performance Score.

Mayo elbow performance score (MEPS).	
Punktacja	Wynik
90-100	Bardzo dobry
75-89	Dobry
60-74	Zadowalający
<60	Zły

4.3.4. Badanie radiologiczne.

Ocenie poddano zdjęcia rentgenowskie pourazowe w projekcjach przednio-tylnej, bocznej oraz zdjęcia rentgenowskie wykonane podczas wizyt kontrolnych w projekcjach przednio-tylnej oraz bocznej porównawcze obu stawów łokciowych.

Stopień przemieszczenia odłamów oceniano kąt trzonowo - głowowy w stopniach wykreślając linie wzdłuż osi trzonu kości promieniowej, a prostopadłą do linii chrząstki wzrostowej głowy kości promieniowej oraz translację w milimetrach.

Ocenę wyników radiologicznych wykonano wg. Metaizeau classification [15]:

Idealny: gdy uzyskano repozycję anatomiczną

Dobry: gdy uzyskano repozycję w granicach kątowych przemieszczenia i zagięcia $< 20^{\circ}$.

Zadowolający: przemieszczenie i zagięcia między 20° a 40° .

Zły: $< 40^{\circ}$.

4.3.5. Statystyka.

Zmienne mierzalne (numeryczne) opisano za pomocą miar centralnej tendencji –średniej arytmetycznej ważonej i mediany, oraz miar dyspersji, tj. odchylenia standardowego, 95-procentowego przedziału ufności oraz wartości minimalne i maksymalnej cechy. Zmienne niemierzalne (kategorialne) opisano dzięki wartościom bezwzględnym i wartościom odsetkowym.

Wstępnie zastosowano test skośności i kurtozy w celu oszacowania normalności rozkładu cechy mierzalnej oraz test Levene'a w celu oceny homogeniczności wariancji. Przeprowadzono wieloczynnikową analizę wariancji (ANOVA) z powtarzanymi pomiarami, służącą oszacowaniu istotności statystycznej różnic wartości badanych parametrów przed zabiegiem i po zabiegu chirurgicznym, dla zmiennych o rozkładzie normalnym. Dla zmiennych o rozkładzie odbiegającym od nienormalnego zastosowano uogólnione równania estymujące (ang. *generalized estimating equation, GEE*) z powtarzanymi pomiarami i elastycznymi błędami (ang. *robust standard errors*). Wszystkie modele były kontrolowane pod względem wieku i płci badanych pacjentów.

W zakresie analizy różnic częstości zmiennych kategorialnych zastosowano test niezależności χ^2 lub test dokładny Fishera dla małej liczebności komórek tabeli.

Za istotny statystycznie uznano poziom $p < 0,05$. Wszystkie obliczenia statystyczne przeprowadzono przy użyciu programu IBM® SPSS® Statistics, v. 28 (IBM Corporation, Armonk, NY, USA).

Tabela 10. Objasnienie terminów statystycznych uzywanych w pracy.

Akronim	Termin anglojezyzny	Termin polskojeczyzny	Sens statystyczny
CI	<i>Confidence Interval</i>	Przedzial ufności	Prawdopodobienstwo, z jakim szacuje się, że wartosc srednia obliczona dla badanej próby znajduje „odzwierciedlenie” w tzw. faktycznym stanie rzeczy, tj. w wartosci sredniej dla populacji generalnej, z ktorej badana próba została wyłoniona. Innymi słowy, na 100 wartosci srednich, ktore obliczy się dla wylosowanych z tej samej populacji 100 małych grup – 95 spośród nich będzie zawierać się dokładnie w przedziale określonym jako 95% CI.
M	<i>Mean</i>	Średnia	Klasyczna miara położenia (in. miara centralnej tendencji).
Me	<i>Median</i>	Mediana	Miara położenia (centralnej tendencji) – wartosc srodkowa w szeregu rozdzielczym, tzn. połowa badanej próby posiada wartosc cechy co najmniej taką, zaś pozostała połowa – co najwyżej taką jak wartosc mediany.
SD	<i>Standard Deviation</i>	Odchylenie standardowe	Miara rozproszenia (in. miara dyspersji), która wyraża w postaci liczbowej zmienność wewnątrzgrupową; miara rozrzutu wartosci badanych (jednostkowych) wokół obliczonej wartosci sredniej.

5. Wyniki.

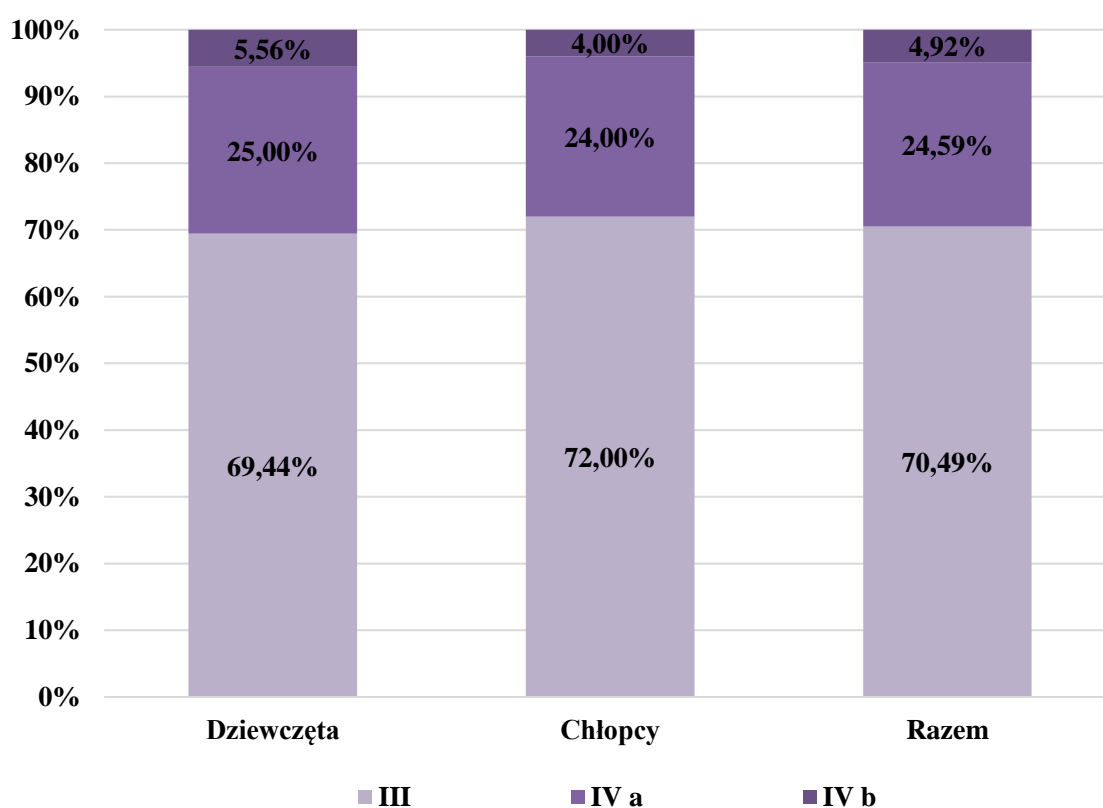
5.1. Ocena parametrów radiologicznych.

5.1.1. Zestawienie parametrów radiologicznych pourazowych.

Wyniki klasyfikacji *Judet'a* przedstawia ryc. 33.

- Typ III, 43 badanych (70,49%), w tym 25 dziewcząt (69,44%) i 18 chłopców (72,00%).
- Typ IV a, 15 badanych (25,59%), w tym dziewięć dziewcząt (25,00%) i sześciu chłopców (24,00%).
- Typ IV b, trzech badanych (4,92%), w tym dwie dziewczynki (5,56%) i jeden chłopiec (4,00%).

Brak statystycznie istotnych różnic w rozkładzie klasyfikacji *Judet'a* według płci uczestników badania ($p = 0,164$).



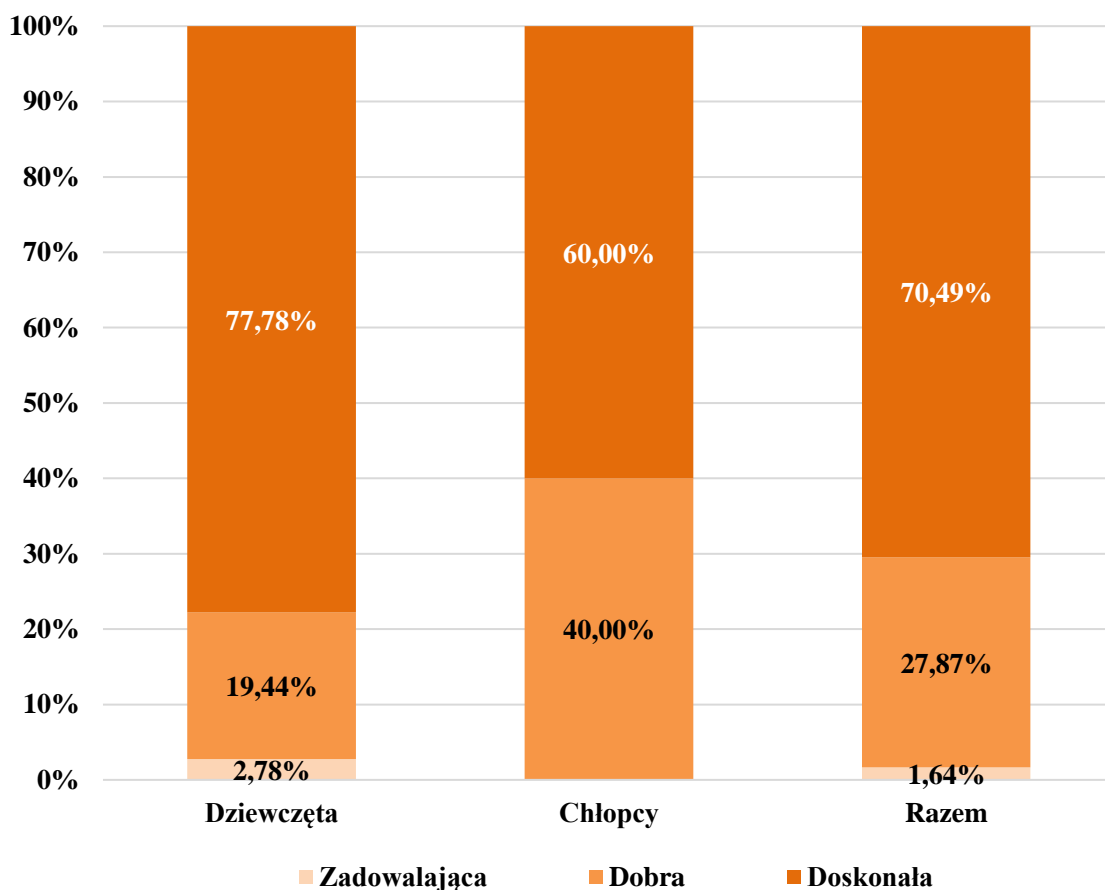
Rycina 33. Klasyfikacja *Judet'a* złamania szyjki kości promieniowej badanych ogółem i według płci ($p = 0,954$)

5.1.2. Ocena wyników parametrów radiologicznych pooperacyjnych.

Wyniki klasyfikacji *Metaizeau* badanych pacjentów obrazuje rycina 34.

- Ocenę zadowalającą otrzymał jedna badana dziewczynka (1,64% spośród badanych ogółem i 2,78% spośród badanych dziewczynek).
- Ocenę dobrą przyznano 17 badanym (27,87%), w tym siedmiu dziewczynom (19,44%) i dziesięciu chłopcom (40,00%).
- Ocena doskonała przypadła w udziale 43 uczestnikom badania (70,49%), w tym 28 dziewczynom (77,78%) i dziesięciu chłopcom (60,00%).

Nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic w rozkładzie klasyfikacji *Metaizeau* według płci badanych ($p = 0,145$).



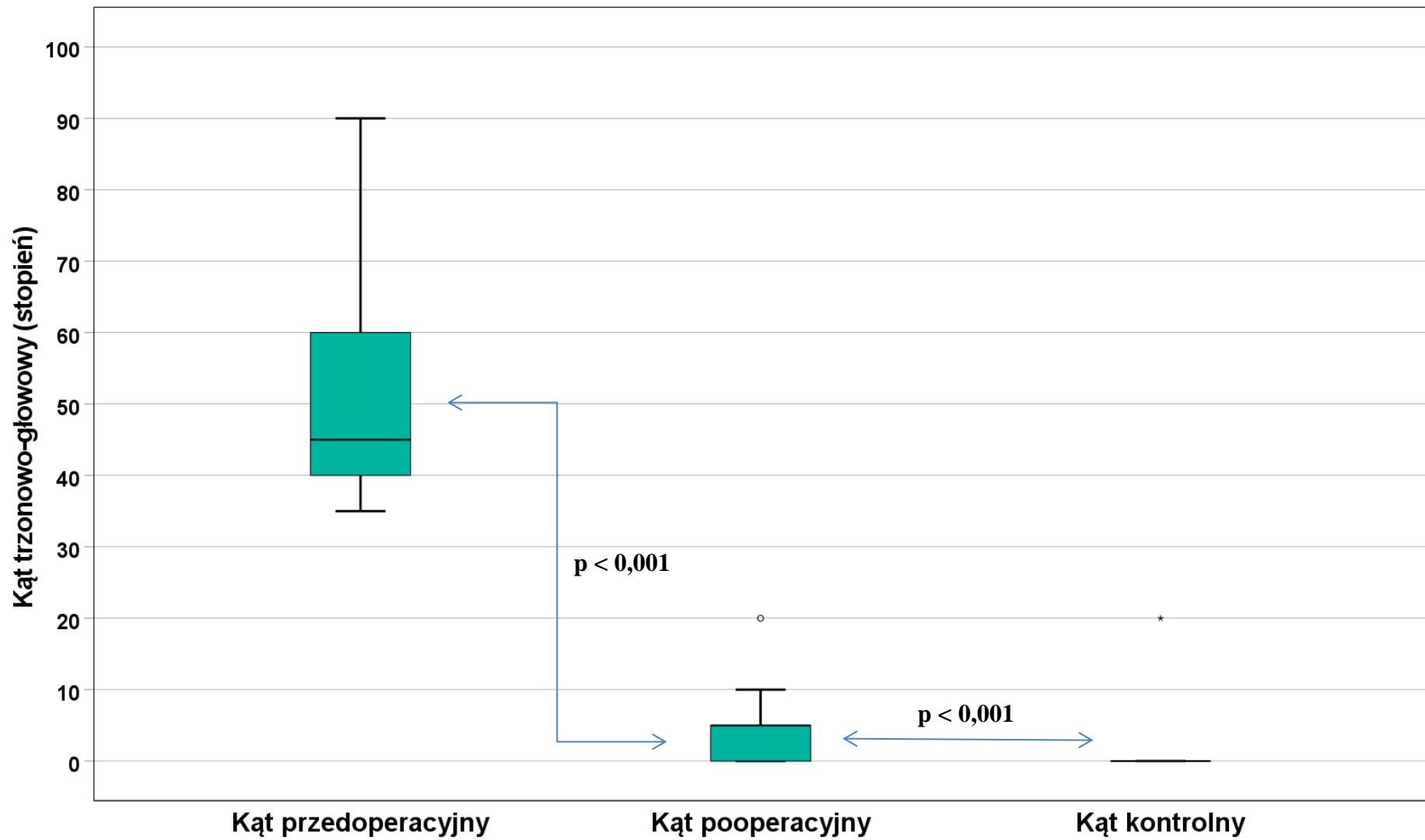
Rycina 34. Klasyfikacja *Metaizeau* po operacji badanych ogółem i według płci ($p = 0,145$)

Kąt trzonowo-głowy w stawie łokciowym, który doznał urazu, wynosił przed operacją średnio $51,48^{\circ}$ (SD = 14,43). Translacja przed przeprowadzeniem operacji wynosiła średnio 3,11mm (SD = 1,21). Ocena pooperacyjna uwidoczniała wyraźną – i statystycznie znamienne – poprawę tychże parametrów. Kąt trzonowo-głowy wynosił średnio $3,83^{\circ}$ (SD = 4,35) ($p < 0,001$), zaś translacja 0,46mm (SD = 0,62) ($p < 0,001$). Szczegółowe wyniki statystyki opisowej analizowanych parametrów przedstawiają tabela 11., oraz rycina 35 i rycina 36.

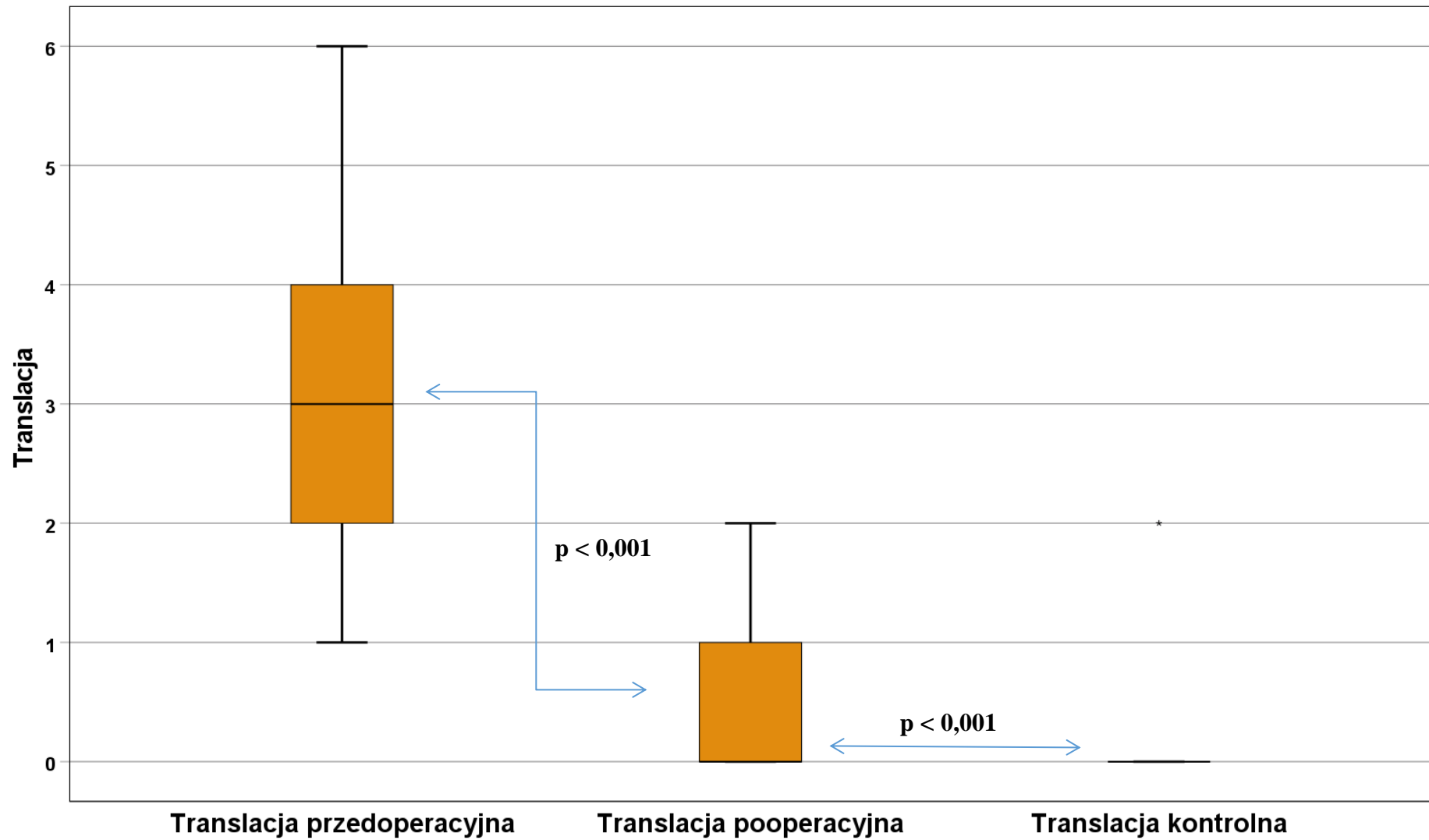
Tabela 11. Statystyka opisowa wyników odczytanych ze zdjęć rentgenowskich badanych przed operacją *versus* po operacji *versus* badanie kontrolne

Badana cecha	Faza badania	Parametr statystyczny					Poziom istotności statystycznej (p)
		<i>M</i>	<i>Me</i>	<i>SD</i>	<i>95% CI</i>	<i>Min.-maks.</i>	
Kąt trzonowo-głowowy (stopień)	Przed	51,48	45	14,43	45,76-55,21	35-90	< 0,001 ^a
	Po	3,83	5	4,35	2,71-4,96	0-20	
	Kontrola	0,33	0	2,56	n/o	0-20	< 0,001 ^b
Translacja	Przed	3,11	3	1,21	2,80-3,42	1-6	< 0,001 ^a
	Po	0,45	0	0,62	0,29-0,61	0-2	
	Kontrola	0,03	0	0,26	n/o	0-2	< 0,001 ^b

(a. istotność statystyczna różnicy wyniku przed operacją *versus* po operacji; b. istotność statystyczna różnicy wyniku *versus* pomiaru kontrolnego.)

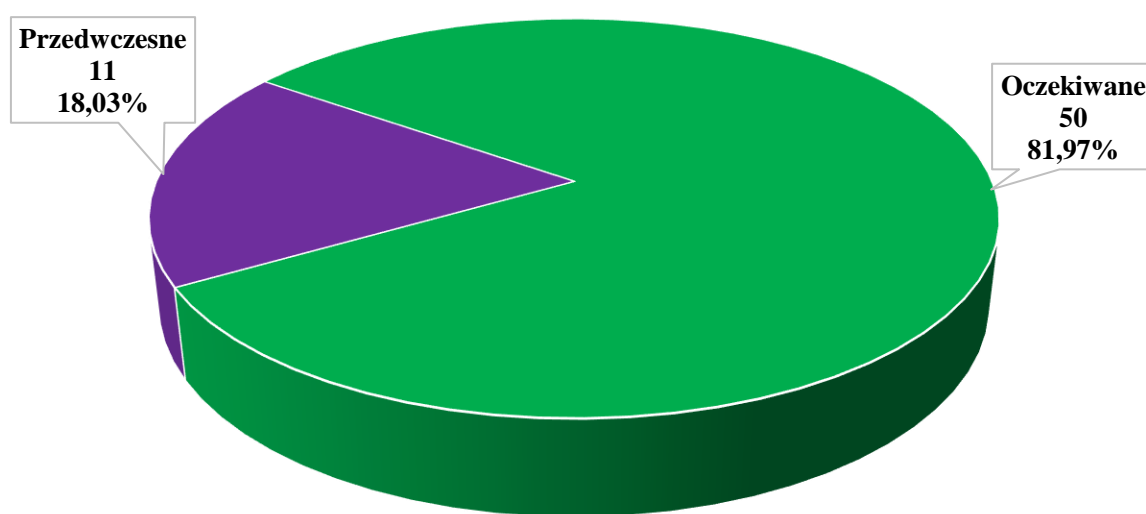


Rycina 35. Kąt trzonowo-głowy u badanych przed operacją *versus* po operacji *versus* kąta kontrolnego.



Rycina 36. Translacja u badanych przed operacją versus po operacji versus badaniu kontrolnym.

Przedwczesne pourazowe zamknięcie chrząstki wzrostowej zaobserwowano u 11 badanych (18,03%) (ryc. 37.)



Rycina 37. Pourazowe zamknięcie chrząstki wzrostowej u badanych.

Urazy towarzyszące nie wystąpiły u żadnego badanego (0,00%). Obecność chrząstki wzrostowej w trakcie urazu stwierdzono u wszystkich badanych (100,00%). Oś stawu łokciowego w badaniu kontrolnym była symetryczna u wszystkich uczestników badania (100,00%). Pełna stabilność stawu łokciowego w badaniu kontrolnym występowała u wszystkich badanych (100,00%).

5.2. Ocena parametrów klinicznych

W badaniu wyników funkcji stawu łokciowego wg. Mayo Elbow Performance Score 58 (95,1%) badanych uzyskało wyniki bardzo dobry, 2 (3,3%) dobry, 1(1,5%) zadowolający. 55 badanych uzyskało maksymalną ilość punktów -100, 3 badanych -95pkt., 1 badany -85pkt., 1 badany -80 pkt., 1 -70 pkt. Uśredniona ilość punktów wyniosła 98,7 pkt.

W punktacji dolegliwości bólowych stawu łokciowego wg. MEPS u 59 badanych uzyskano maksymalną ilość 45 punktów świadczących o braku dolegliwości, w 2 przypadkach uzyskano 30 pkt., świadczących o łagodnych okresowych dolegliwościach bólowych. Uśredniona wartość punktowa wyniosła 44,0 pkt.

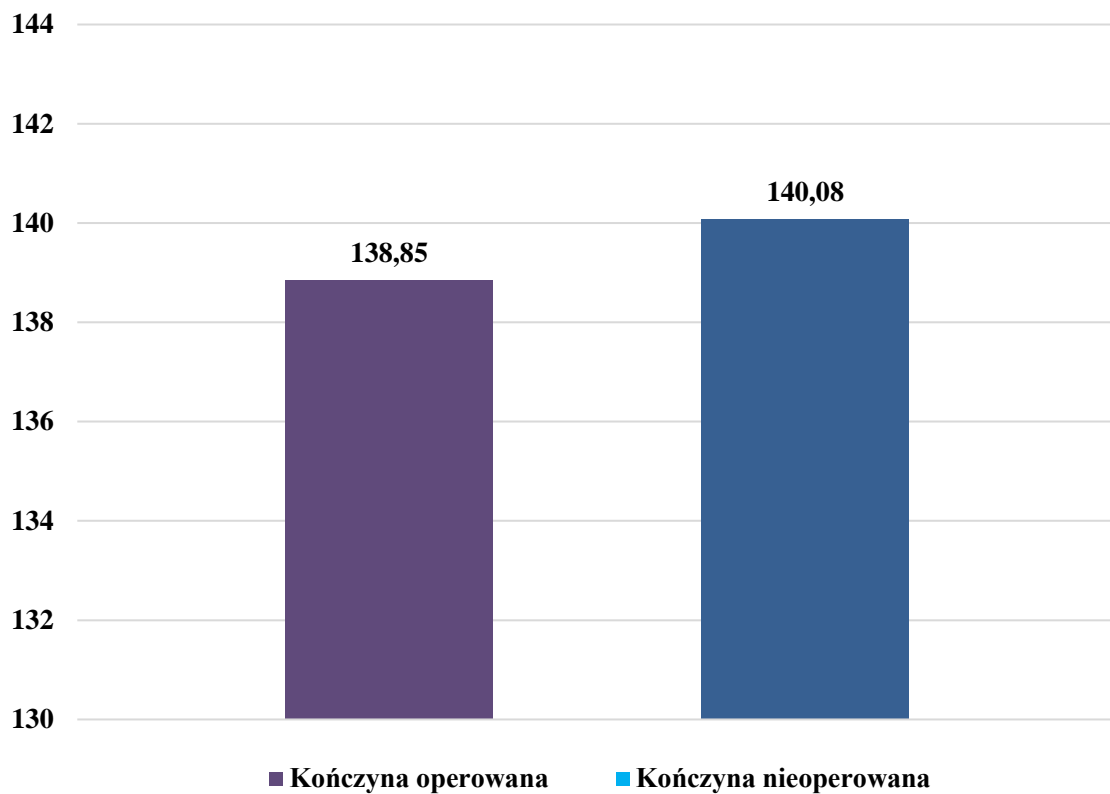
W ocenie punktowej stabilności stawu łokciowego u wszystkich badanych uzyskano maksymalną ilość punktów 10, świadcząca o pełnej stabilności w badaniu klinicznym. Bez zaburzenia osi stawu łokciowego, oś symetryczna w badaniu porównawczym.

W ocenie czynności codziennej samoobsługi w którą wg. MEPS wchodzi spożywanie posiłków, ubieranie się, układanie włosów, zakładanie butów, czynności higieniczne 55 badanych uzyskała maksymalną ilość 55 punktów, 4 badanych uzyskało 20 pkt., dwóch - 15pkt. Uśredniona wartość punktowa wyniosła 24,3 pkt. W ocenie punktowej wg. MEPS 20 badanych uzyskało maksymalną ilość punktów, dwóch -15pkt. Uśredniona wartość punktowa wyniosła 19,7 pkt.

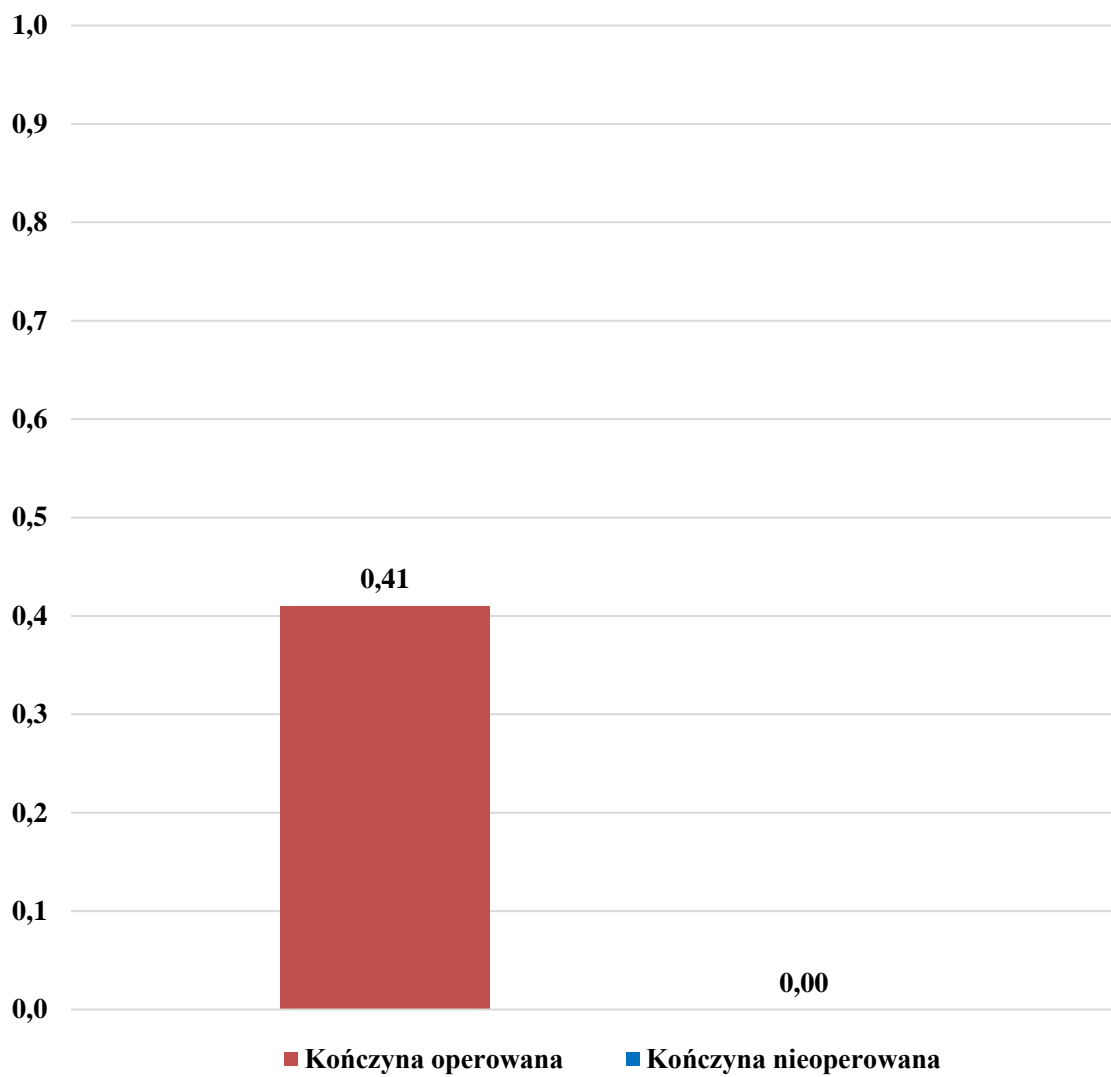
5.2.1. Ocena wyników zakresów ruchów po leczeniu operacyjnym.

Wyniki oceny czynnościowej stawu łokciowego operowanego *versus* nieoperowanego u badanych ilustrują w tabeli 12 oraz rycinach 38, rycina 39, rycina 40 i rycina 41. W zakresie:

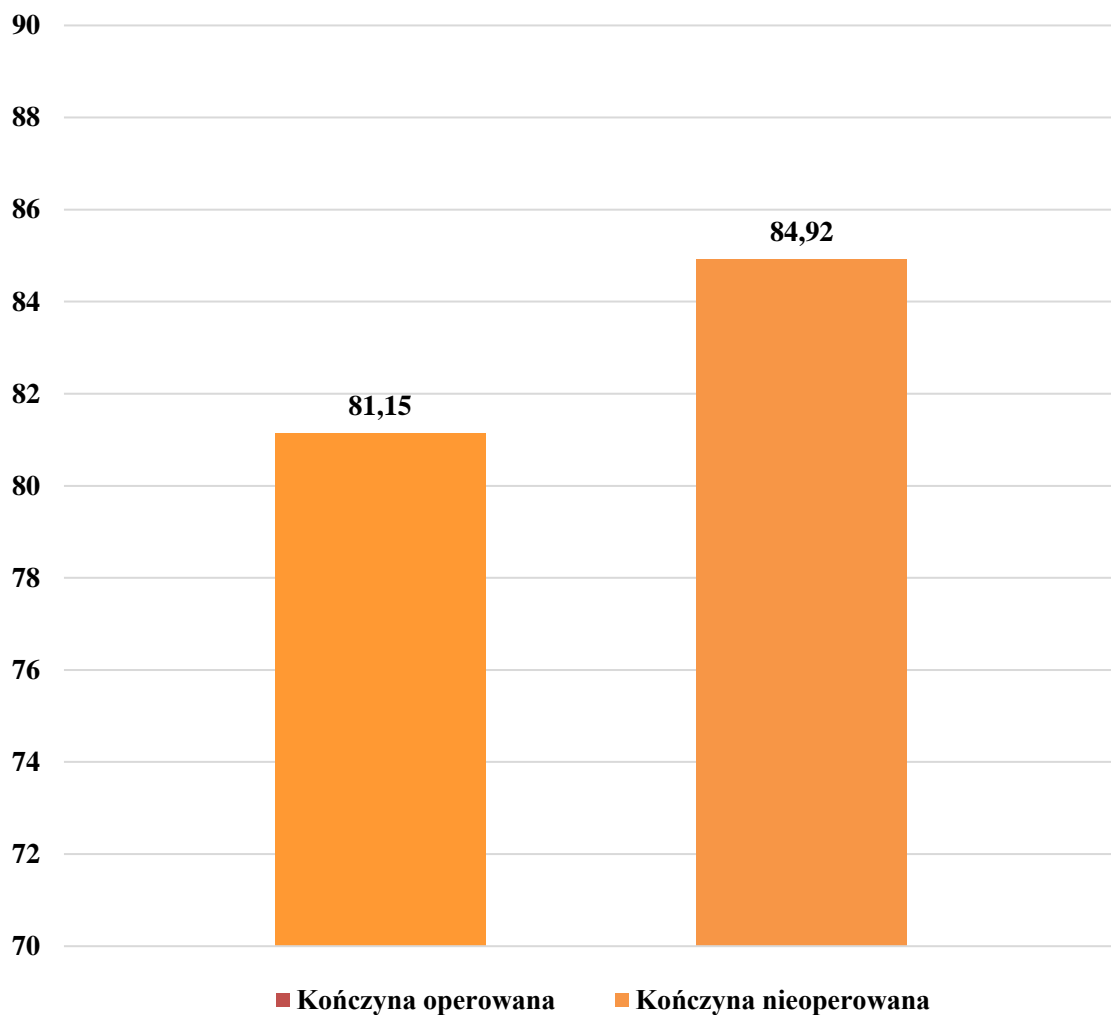
- Zginania stawów łokciowych zaobserwowano statystycznie istotną różnicę pomiędzy kończyną górną operowaną a nieoperowaną, tj. odpowiednio 138,85⁰ (SD = 3,32) *versus* 140,08⁰ (SD = 0,64) (p = 0,005).
- Wyprostu nie stwierdzono różnic, tj. odpowiednio 0,41⁰ (SD = 1,66) *versus* 0,00⁰ (SD = 0,00) (NS).
- Odwracania stawu łokciowego różnice były statystycznie istotne, tj. odpowiednio 81,15⁰ (SD = 11,27) *versus* 84,92⁰ (SD = 4,13) (p < 0,001).
- Nawracania stawu łokciowego różnice również okazały się statystycznie istotne, tj. odpowiednio 82,13⁰ (SD = 11,34) *versus* 85,16⁰ (SD = 4,08) (p = 0,035).



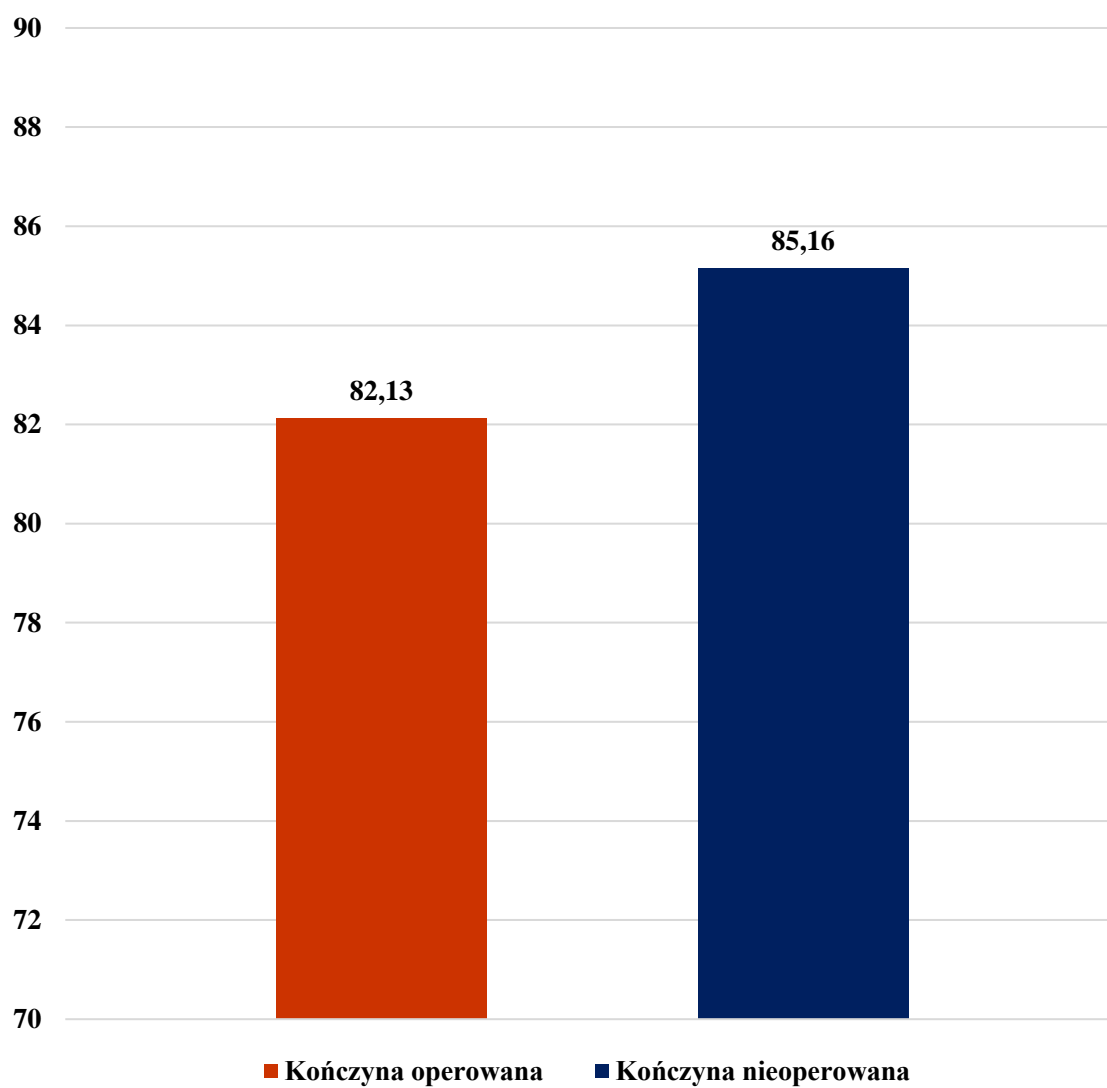
Rycina 38. Średnia ocena zgięcia stawu łokciowego (stopień) u badanych w kończynie operowanej *versus* nieoperowanej ($p = 0,005$).



Rycina 39. Średnia ocena wyprostowania stawu łokciowego (stopień) u badanych w kończynie operowanej *versus* nieoperowanej (NS).



Rycina 40. Średnia ocena odwracania stawu łokciowego (stopień) u badanych w kończynie operowanej *versus* nieoperowanej ($p < 0,001$).



Rycina 41. Średnia ocena nawracania stawu łokciowego (stopień) u badanych w kończynie operowanej *versus* nieoperowanej ($p = 0,035$).

Tabela 12. Statystyka opisowa wyników oceny zakresów ruchu stawu łokciowego oraz przedramienia (stopień) badanych kończyn operowanych *versus* nieoperowanych.

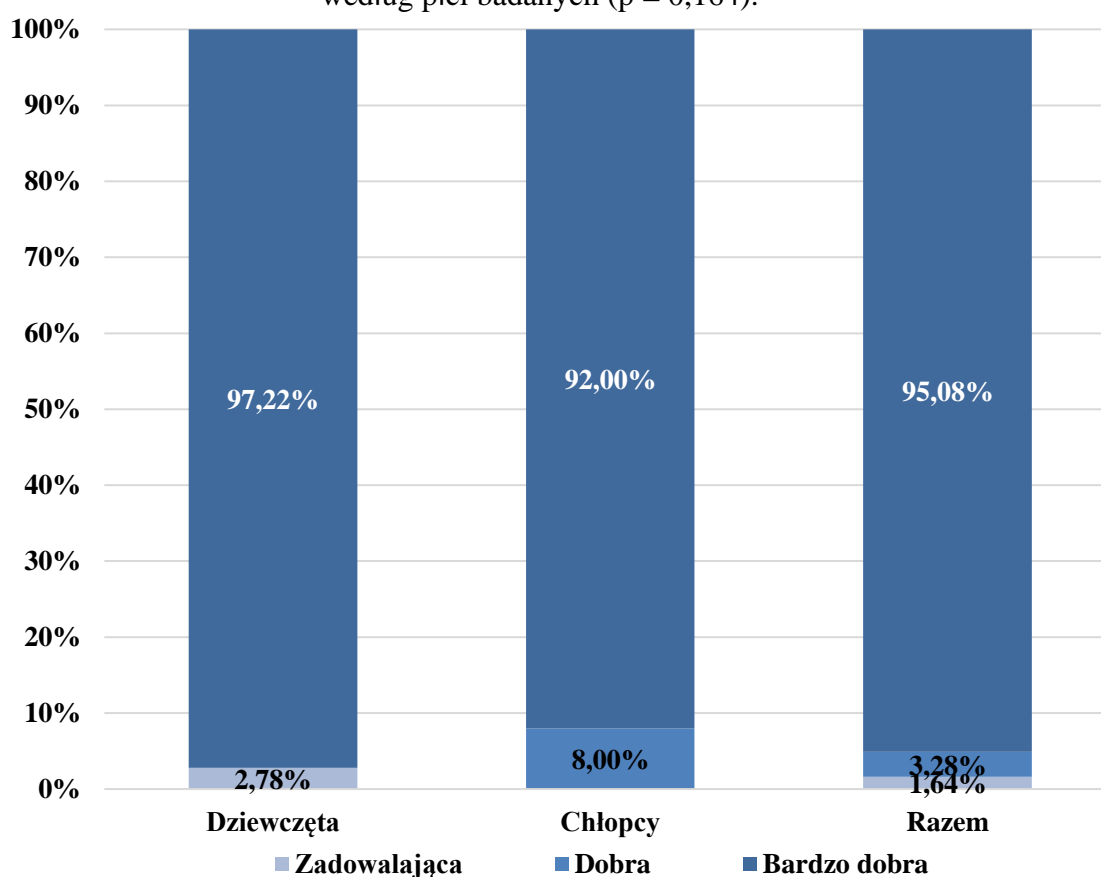
Badana czynność	Kończyna górna	Parametr statystyczny					Poziom istotności statystycznej (p)
		<i>M</i>	<i>Me</i>	<i>SD</i>	<i>95% CI</i>	<i>Min.-maks.</i>	
Zgięcie (stopień)	Operowana	138,85	140	3,32	138,00-139,71	130-145	= 0,005
	Nieoperowana	140,08	140	0,64	139,92-140,25	140-145	
Wyprost (stopień)	Operowana	0,41	0	1,66	0,00-0,83	0-10	NS
	Nieoperowana	0,00	0	0,00	n/o	0-0	
Odwracanie (stopień)	Operowana	81,15	85	11,27	78,26-84,03	10-90	< 0,001
	Nieoperowana	84,92	85	4,13	83,86-85,98	70-90	
Nawracanie (stopień)	Operowana	82,13	85	11,34	79,23-85,04	10-90	= 0,035
	Nieoperowana	85,16	85	4,08	84,12-86,21	70-90	

5.2.2. Ocena wyników funkcjonalnych kończyny po leczeniu operacyjnym.

Wyniki opisowe MEPS (ang. *Mayo Elbow Performance Score*) przedstawia rycina 42. Wyniki statystyki opisowej punktacji w poszczególnych podskalach oraz wynik globalny MEPS, które stały się podstawą do sformułowania ww. opisowej oceny, zawarto w tabeli 13.

- Ocenę zadowalającą przyznano jednej badanej dziewczynce (1,64% badanych ogółem i 2,78% badanych dziewczynek).
- Ocenę dobrą otrzymało dwóch badanych chłopców (3,28% ogółem i 8,00% badanych chłopców).
- Ocena bardzo dobra przypadła w udziale 58 badanych (95,08%), w tym 35 dziewczynkom (97,22%) i 23 chłopcom (92,00%).

Nie zaobserwowano statystycznie znamiennej różnicy w rozkładzie oceny opisowej MEPS według płci badanych ($p = 0,164$).



Rycina 42. Ocena opisowa MEPS* po operacji badanych ogółem i według płci ($p = 0,164$).

(* MEPS – Mayo Elbow Performance Score.)

Tabela 13. Statystyka opisowa punktacji szczegółowej według MEPS* po przeprowadzonej operacji wśród badanych ogółem i według płci

Podskala MEPS	Płeć	Parametr statystyczny					Poziom istotności statystycznej (p)
		<i>M</i>	<i>Me</i>	<i>SD</i>	<i>95% CI</i>	<i>Min.-maks.</i>	
Ból	Dziewczęta	44,58	45	2,50	43,74-45,00	30-45	= 0,794
	Chłopcy	44,40	45	3,00	43,16-45,00	30-45	
	Razem	44,51	45	2,69	43,82-45,00	30-45	
Zakres ruchomości	Dziewczęta	10,00	10	0,00	n/o	10-10	= 0,999
	Chłopcy	10,00	10	0,00	n/o	10-10	
	Razem	10,00	10	0,00	n/o	10-10	
Stabilność	Dziewczęta	24,44	25	1,99	23,77-25,00	15-25	= 0,639
	Chłopcy	24,20	25	2,36	23,22-25,00	15-25	
	Razem	24,34	25	2,14	23,80-24,89	15-25	
Codzienne czynności	Dziewczęta	19,86	20	0,83	19,58-20,00	15-20	= 0,794
	Chłopcy	19,39	20	1,00	19,39-20,00	15-20	
	Razem	19,84	20	0,90	19,61-20,00	15-20	
Ocena globalna	Dziewczęta	98,89	100	5,09	97,17-100,00	70-100	= 0,629
	Chłopcy	98,40	100	4,94	96,36-100,00	80-100	
	Razem	98,69	100	4,99	97,41-99,97	70-100	

(* MEPS – Mayo Elbow Performance Score.)

6. Omówienie wyników i dyskusja.

Złamania przynasady bliższej kości promieniowej u dzieci choć dość rzadkie, nieprawidłowo leczone mogą prowadzić do poważnych ubytków funkcji stawu łokciowego oraz całej kończyny górnej. W około 50% przypadków złamaniom przynasady bliższej kości promieniowej towarzyszą inne urazy z których najczęstszymi są zwichnięcie stawu łokciowego, złamanie końca bliższego kości łokciowej, złamanie wyrostka dziobiastego kości łokciowej. Leczenie pozostaje nadal wyzwaniem rozpoczynając od rozpoznania przez kwalifikację do postępowania, kończąc na doborze techniki operacyjnej oraz jej rozległości. Jednym z czynników rokowniczych jest wiek. Stwierdzono, iż wiek powyżej 10 roku życia wiąże się z gorszymi wynikami leczenia [1,18,22,24]. Gorsze wyniki tłumaczone są faktem cięższych urazów doznawanych w starszych grupach wiekowych wymagających bardziej agresywnego postępowania operacyjnego [1,18,22]. Jednym z najważniejszych czynników w doborze terapii jest parametr kąta trzonowo-głowego. Istnieją kontrowersje wobec tego parametru wśród badaczy. Salter i Harris przyjęli jako akceptowalny kąt przemieszczenia kąтового nie większy od 15° [93]; Tachdjian przyjął jako górną granicę normy 30° [94]. Metaizeau i wsp. przyjęli jako niedopuszczalne przemieszczenie $>20^{\circ}$ [95]. D'souza i wsp. wykazali, że kąty mniejsze od 45° mają podlegać przebudowie kostnej (remodeling) i prowadzą do dobrych wyników w dłuższej perspektywie [16]. Głównym aspektem przy planowaniu leczenia jest niewątpliwie stopień przemieszczenia, należy brać pod uwagę również wiek, który jest ważnym czynnikiem wpływającym na wynik leczenia. Według niektórych autorów nawet znaczne przemieszczenia kątowe mogą podlegać zjawisku przebudowy kostnej, lecz u młodszych pacjentów. Berstein i wsp. utrzymują o dobrych wynikach w przemieszczeniach $< 60^{\circ}$ u dzieci poniżej 6 lat, ze względu na duży potencjał przebudowy kostnej, natomiast u dzieci > 12 roku życia nie należy pozostawiać przemieszczeń $>30^{\circ}$ ze względu na niewystarczający potencjał przebudowy [21]. Podobną tezę przedstawili Vocke i wsp. według których, złamania szyjki kości promieniowej powyżej 50° przemieszczenia kąтового u dzieci poniżej 10 roku życia, dają dobre wyniki funkcjonalne [19]. Metaizeau i wsp. zaobserwowali pełną przebudowę kostną w przemieszczeniach kątowych między $20-30^{\circ}$ u dzieci <12 roku

życia, u dzieci powyżej tego wieku przemieszczenia $10-15^0$ mogą nie zostać przebudowane [15].

W naszym ośrodku u dzieci i dorastających złamania bez przemieszczenia oraz przemieszczeniem kątowym $< 30^0$ kąta trzonowo-głowego oraz translacją $< 2\text{mm.}$, leczymy gipsem ramiennie-dłoniowym, powyżej tych wartości podejmujemy leczenie pod postacią repozycji zamkniętej, a w przypadku jej niepowodzenia leczenie operacyjne. W każdym przypadku podejmujemy próbę repozycji ręcznej przez manipulację. Przy braku powodzenia, pozostałego przemieszczenia $>30^0$ zagięcia głowowo-trzonowego i/lub translacji $>2\text{ mm}$ podejmujemy leczenie operacyjne. Takie właśnie przypadki zostały włączone do badania.

Ze względu na niezadowalające wyniki otwartego nastawienia ze stabilizacją wewnętrzną, dość wysoką częstością powikłań pod postacią ograniczenia zakresu ruchów stawu łokciowego i ograniczenia funkcji kończyny, poszukuje się alternatywnych technik leczenia operacyjnego w znacznych przemieszczeniach kątowych, dążąc do zmniejszenia ryzyka powikłań. Kumar i wsp. po przeglądzie prac dotyczących wyników leczenia metodą otwartej repozycji ze stabilizacją wewnętrzną, wysunął tezę, iż powyższe postępowanie powinno dotyczyć przypadków, w których zawiodły inne możliwe metody nieoperacyjne i operacyjne [103].

Istnieją publikacje z wynikami leczenia złamań przynasady bliższej kości promieniowej uwzględniające kilku, kilkanaścioro, rzadko kilkudziesięciu badanych. Większość dostępnej literatury ogranicza się jednak do niewielkiej ilości badanych leczonych zachowawczo i operacyjnie różnymi metodami, z których najpopularniejszą jest technika Metaizeau. Dostępne publikacje oceniające leczenie metodą lewarowania przezskórnego, dotyczą skromnej ilości badanych lub oceny wyników w połączeniu z inną techniką jako element techniki hybrydowej. Na podstawie przeglądu dostępnej literatury nasze badanie, stanowi największą grupę ocenionych pacjentów z izolowanym złamaniem przynasady bliższej kości promieniowej leczonych sposobem lewarowania przezskórnego ze stabilizacją drutem Kirschnera u dzieci i młodzieży.

Tarallo i wsp. dokonali porównania techniki Metaizeau z przezskórną repozycją ze stabilizacją drutami Kirschnera złamań przynasady bliższej kości promieniowej, u dzieci na grupie 20 pacjentów, wykazując lepsze wyniki w ocenie zakresu ruchu zgięcia, wyprostu, supinacji i pronacji na korzyść techniki Metaizeau. W trzech przypadkach (15%) leczonych techniką przezskórnego lewarowania zaobserwowali bezobjawowy przerost głowy kości

promieniowej. W grupie leczonej sposobem lewarowania przezskórnego uzyskali wyniki wg. MEPS 69% doskonałe, 23% dobre, 8% średnie, złych nie odnotowali [69]. Na własnym materiale zaobserwowaliśmy jeden przypadek przerostu głowy kości promieniowej (1,5%).

Steele i Graham na niejednorodnej grupie 36 pacjentów ze złamaniem przynasady bliższej kości promieniowej, przemieszczeniem > 30 stopni zagięcia, zastosowali metodę przezskórnej repozycji ze stabilizacją drutem Kirschnera. Uzyskali u 31 na 36 pacjentów doskonałe i dobre wyniki. Koresponduje to z naszymi wynikami. Autorzy nie zaobserwowali infekcji okołoperacyjnych oraz cech porażenia nerwów oraz wtórnych przemieszczeń. Odnotowali natomiast jeden przypadek pourazowego kościorostu promieniowo-łokciowego [17].

Tan i Mahadev przeprowadzili analizę 108 pacjentów ze złamaniem szyjki kości promieniowej ustalając „własny” algorytm postępowania. Na całą grupę badanych zakwalifikowali do leczenia zachowawczego 94 pacjentów, leczenia operacyjnego 14 z czego 7 leczyli sposobem lewarowania przezskórnego drutem Kirschnera oraz 7 otwartą repozycją ze stabilizacją wewnętrzną. Do zabiegu zakwalifikowali po nieudanej repozycji zamkniętej, dzieci z przemieszczeniem kątowym 45° - 81° . U 4 pacjentów w 3 i 4 stopniu wg. Judet'a, uzyskali odległy wynik leczenia doskonały, 2 pacjentów wynik dobry. W jednym przypadku uzyskano wynik zły, ze znacznym ograniczeniem ruchów rotacyjnych w przebiegu kościorostu łokciowo - promieniowego. W ostatnim przypadku złamaniu szyjki kości promieniowej współtowarzyszyło złamanie końca bliższego kości łokciowej. Brak informacji u pozostałych pacjentów z grupy leczonej sposobem lewarowania przezskórnego co do urazów współistniejących [1]. Biorąc pod uwagę niejednorodną oraz małą grupę bo jedynie 7 badanych uzyskali wysoki 86 % odsetek wyników doskonałych i dobrych.

Zimmerman i wsp. poddali analizie retrospektywnej 151 dzieci, u których złamanie przynasady bliższej kości promieniowej było leczone chirurgicznie różnymi metodami. Izolowane złamanie szyjki kości promieniowej obejmowało 81 pacjentów (54%). W 32 (21%) przypadkach wykonali przezskórną repozycją ze stabilizacją drutem Kirschnera. Brak danych ilu pacjentów z izolowanym złamaniem było leczonych powyższą metodą. Wynik leczenia zdefiniowali jako pomyślny, gdy uzyskali zgięcie stawu łokciowego 120° , deficyt wyprostu poniżej 20° , ruchy rotacyjne łącznie 90° , minimum 45° supinacji oraz 45° pronacji. Niekorzystne wyniki leczenia uzyskali u 41 operowanych (31%), u których gorszym rokowaniem był wiek powyżej 10 lat, większe przemieszczenie wyjściowe złamania

oraz otwarta repozycja. Według autorów w miarę możliwości mniej inwazyjne metody repozycji, powinny poprzedzać otwarte nastawienie. Sugerują rozpoczęcie repozycją przezskórną drutem Kirschnera ze stabilizacją lub bez, jeśli nie uzyska się stabilizacji kolejną próbą powinna być technika wg. Metaizeau [18]. W naszym materiale izolowane złamanie szyjki kości promieniowej obejmowało 100 % zakwalifikowanych do badania. Uzyskaliśmy lepsze wyniki w ocenie zakresu ruchu stawu łokciowego. Według powyższych kryteriów w naszym materiale uzyskaliśmy wynik pomyślny u 98,3% badanych.

Bernstein i wsp. ocenili wyniki leczenia złamań szyjki kości promieniowej u 18 dzieci z przemieszczeniami kątowymi między 35° a 90° , oraz translacją od 10 do 100% metodą repozycji przezskórnej prętą Steinmanna bez stabilizacji. W 7 przypadkach z urazami współtowarzyszącymi. Między 4 a 52 miesiącem po zabiegu operacyjnym poddali pacjentów ocenie. U 15 pacjentów pozostało zagięcie kątowe między 8° a 20° oraz translacja między 0 a 20%. W badaniu zakresów ruchów zgięcia i wyprostu były nieznacznie ograniczone (brak konkretnych danych), średni zakres utraty odwracania wynosił $10,4^{\circ}$ ($0-45^{\circ}$), nawracania $14,2^{\circ}$ ($0-40^{\circ}$). W jednym przypadku (5,5%) zaobserwowano przejściowe cechy porażenia nerwu międzykostnego tylnego z powrotem funkcji po ośmiu tygodniach od zabiegu operacyjnego [21]. W naszej grupie badanej do objawów przejściowego porażenia PIN doszło w dwóch przypadkach co stanowi 3,3%. W jednym przypadku do powrotu funkcji doszło po czterech tygodniach ze stopniową poprawą od drugiej doby po zabiegu. W drugim przypadku powrót funkcji nastąpił po około trzech miesiącach od zabiegu operacyjnego.

W podobnym opracowaniu Rodriguez i Merchan ocenili 23 pacjentów z przemieszczonym złamaniem szyjki kości promieniowej leczonych przezskórną repozycją przy użyciu pręta Steinmanna. Średni czas obserwacji wynosił 2,5 roku. Do zabiegu zakwalifikowali pacjentów z przemieszczeniami kątowymi powyżej 35° oraz translacji powyżej 2 mm, po nieudanej wcześniej zamkniętej repozycji. W trzech przypadkach nie uzyskano pożądanej repozycji (13%). W ocenie wyniku funkcji wg. kryteriów Steinberga 14 pacjentów (70%) uzyskało wynik dobry, 3 (15%) wynik zadowalający, 3 (15%) wynik zły. W powyższych kryteriach wynik dobry oznacza pełny zakres ruchu stawu łokciowego bez dolegliwości bólowych, średni gdy ograniczenie zakresu ruchu wynosi $<20^{\circ}$, zły gdy ograniczenie $> 20^{\circ}$ z dolegliwościami bólowymi. W materiale nie zaobserwowali ubytków neurologicznych, infekcji pooperacyjnych. W ośmiu przypadkach (8%) zaobserwowano przerost głowy kości promieniowej bądź szyjki kości promieniowej [89]. W naszym materiale do przerostu głowy kości promieniowej doszło w jednym przypadku (1,5%). Oceniając zakresy

ruchów stawu łokciowego operowanego według powyższych kryteriów uzyskaliśmy 95,2% wynik dobry, 3,3% zadowolający, 1,5% zły.

Futami i wsp. porównali dwie grupy - dziesięć przypadków izolowanego złamania szyjki kości promieniowej u dzieci w wieku między 6 i 13 rokiem życia oraz dziesięć przypadków izolowanego złamania szyjki kości promieniowej u dorosłych między 18 i 56 rokiem życia, leczonych sposobem przezskórnego lewarowania drutem Kirschnera. Obydwie grupy poddano odrębnej ocenie. W każdym przypadku uzyskano repozycję przemieszczenia kąтового poniżej 30^0 oraz translacji poniżej 2 mm. Unieruchomienie gipsowe zastosowano w obydwu grupach do 10 dni po czym usuwano. W czterech na dziesięciu pacjentów zaobserwowano przedwczesne zamknięcie chrząstki wzrostowej, co nie wpłynęło na wyniki odległe. U wszystkich pacjentów pediatrycznych uzyskano pełny bezbolesny zakres ruchów stawu łokciowego i przedramienia z wynikiem satysfakcjonującym funkcji kończyny, według subiektywnej oceny [90]. W naszych wynikach zaobserwowano również przedwczesne zamknięcie chrząstki wzrostowej u dziesięciu pacjentów. W dziewięciu przypadkach uzyskano wyniki odległe doskonałe, w jednym przypadku zły. W porównaniu do powyższego badania różnicą był również czas unieruchomienia. Pacjenci operowani w naszej grupie unieruchomieni byli minimum pięć pełnych tygodni.

Jiang i wsp. zebrali grupę 16 pacjentów ze złamaniem szyjki kości promieniowej leczonych techniką przezskórnego lewarowania ze stabilizacją drutami Kirschnera. W technice operacyjnej do repozycji wykorzystywano druty Kirschnera średnicy 1,6 do 2,0 mm. Po uzyskaniu repozycji sposobem lewarowania usuwano implant, a do stabilizacji używano dwóch drutów Kirschnera nie grubszych od 1,2 mm. Unieruchomienie utrzymywano 3-4 tygodnie, po tym czasie usuwano je wraz z zespoleniem. Według klasyfikacji repozycji Metaizeau uzyskano w 12 przypadkach wyniki doskonałe (75%), 4 dobre (25%). Według klasyfikacji klinicznej Metaizeau w 14 przypadkach wynik doskonały (87,5%), 2 dobry (12,5%). W żadnym przypadku nie zaobserwowano infekcji, martwicy głowy kości promieniowej, uszkodzenia gałęzi głębokiej nerwu promieniowego, kościorostu promieniowo-łokciowego oraz ograniczeń ruchu pronacji i supinacji. Nie odnotowali destabilizacji zespolenia ani konieczności powtórnego wykonania zabiegu [7]. W naszym materiale zanotowaliśmy dwa przypadki przejściowego porażenia nerwy międzykostnego tylnego, jeden przypadek kościorostu promieniowo-łokciowego pourazowego. Jednak w ostatnim przypadku u pacjenta doszło do destabilizacji zespolenia w wyniku czego poddany został ponownemu zabiegowi operacyjnemu. Różnica dotyczy techniki operacyjnej, w której

stosowaliśmy w każdym przypadku jeden drut Kirschnera o średnicy od 1,6 mm do 2,0 mm. Autorzy rekomendują stabilizację implantami o mniejszej średnicy aby zmniejszyć ryzyko destrukcji chrząstki wzrostowej głowy kości promieniowej.

Cha i wsp. w podobnym w założeniach badaniu do niniejszego, ocenili trzynastu pacjentów w wieku 6-13 lat leczonych przezskórnym lewarowaniem ze stabilizacją pojedynczym drutem Kirschnera. Dziewięcioro z izolowanym złamaniem przynasady bliższej kości promieniowej, dwóch z towarzyszącym złamaniem wyrostka łokciowego, dwóch ze złamaniem trzonu kości łokciowej. Procedurę wykonywano implantami o średnicy 1.4 mm oraz 1.6 mm, w zależności od wieku. Unieruchomienie gipsowe utrzymywano 4-6 tygodni. Implanty usuwano bezpośrednio po zakończeniu unieruchomienia. W ocenie przedoperacyjnej stwierdzili zagięcie kątowe średnio 65.8° , natomiast w ocenie kontrolnej uzyskali 7.1° . W ocenie RTG badania porównawczego stawów łokciowych u dziesięciu na trzynastu pacjentów (77%), wynik kąta szyjkowo-trzonowego był symetryczny w porównaniu do nieoperowanej kończyny. Przerost głowy kości promieniowej zaobserwowali w jednym przypadku, bez korelacji w ubytku funkcjonalnym kończyny. W 11 przypadkach uzyskali doskonałe wyniki, dobry w jednym, zły w jednym. Wynik zły odnotowali w złamaniu typu IVa wg. Judet'a ze współtowarzyszącym złamaniem wyrostka łokciowego. Nie stwierdzili powikłań infekcyjnych, zaburzeń zrostu, porażenia nerwów oraz skostnień pozaszkieletowych [76]. W naszym badaniu średni kąt głowowo-trzonowy pourazowy wynosił $51,2^{\circ}$ (między 35° a 90°). W ocenie kontrolnej po leczeniu operacyjnym przemieszczenie kątowe głowowo-trzonowe mieściło się pomiędzy 0° a 20° (średnia $3,7^{\circ}$). Ponadto oceniliśmy translację, której nie ocenili w powyższym badaniu. Istotnym aspektem „niebadalnym”, podniesionym przez autorów pracy było dołożenie wszelkich starań do nieforsownej nieagresywnej, wstępnej próby repozycji ręcznej oraz ostrożnej manipulacji podczas manewrów wprowadzania między odłamy złamania drutu Kirschnera jak i lewarowania.

Cossio i wsp. wykonali retrospektywne badanie 9 pacjentów ze złamaniem szyjki kości promieniowej, leczonych techniką przezskórnego lewarowania z czasową stabilizacją drutem Kirschnera. Materiał obejmował pacjentów z zamkniętym izolowanym złamaniem, bez pourazowych zaburzeń unerwienia i unaczynienia kończyny z przemieszczeniem kątowym $> 50^{\circ}$, średnią $69,4^{\circ}$. 2 przypadki zakwalifikowali na III stopień wg. Judet'a, 4 na IVa, 3 na IVb. Chrząstki wzrostowe we wszystkich przypadkach były otwarte. Wszyscy byli operowani poniżej 12 godzin od urazu. Zabieg przeprowadzano pojedynczym drutem Kirschnera średnicy 1.4 mm -1.8 mm, wprowadzając przezskórną między odłamy złamania, lewarując nastawiano

a stabilizację uzyskiwano kotwicząc koniec drutu w warstwie gąbczastej na wysokości guzowatości mięśnia dwugłowego, nie przechodząc przez warstwę korową. Badanie kontrolne przeprowadzono między 12 a 36 miesiącem od zabiegu z oceną radiologiczną wg. klasyfikacji Metaizeau oraz funkcjonalnej Mayo Elbow Performance Score. Porównali zakresy ruchów zgięcia, wyprostu, odwracania i nawracania kończyny leczonej oraz nieleczonej. Nie zaobserwowali u badanych braku zrostu, jatrogennego uszkodzenia nerwów, skostnień okołostawowych, kościorostu promieniowo-łokciowego. W jednym przypadku doszło do infekcji tkanek miękkich okolicy wprowadzonego implantu (11,1%). W ocenie radiologicznej, wynik doskonały uzyskali w 8 przypadkach (88,9%), dobry 1(11,1%). We wszystkich przypadkach wg. klasyfikacji MEPS uzyskali wynik doskonały [92]. W naszym materiale w żadnym przypadku nie doszło do infekcji tkanek miękkich wymagającej leczenia. W klasyfikacji wg. Metaizeau oceny kąta głowowo-trzonowego po leczeniu operacyjnym 43(70,6%) badanych uzyskało wynik doskonały, 17(27,9%) badanych dobry, 1(1,5%) zadowolający. W badaniu wyników funkcji stawu łokciowego wg. MEPS 58 (95,1%) badanych uzyskało wyniki bardzo dobry, 2 (3,3%) dobry, 1(1,5%) zadowolający.

Song i wsp. przeprowadzili analizę 12 przypadków dzieci z izolowanym złamaniem szyjki kości promieniowej ze średnim czasem obserwacji 7,4 lat (1-13 lat). Wszyscy byli operowani sposobem lewarowania przezskórnego ze stabilizacją drutem Kirschnera. Wyjściowe wartości kąta trzonowo-głowowego mieściły się w granicach 60° - 90° (średnia 68°) oraz 60%-100% translacji (średnia 90.8%). W jedenastu przypadkach stwierdzili przemieszczenie głowy kości promieniowej do boku (91,6%), a w jednym tylnoboczne (8,4%). Unieruchomienie gipsem ramiennie-dłoniowym utrzymywali 4-5 tygodni. W żadnym przypadku nie doszło do destabilizacji zespolenia i utraty repozycji. Doskonały wynik wg. kryteriów Metaizeau uzyskali w 7 (58.3%), przypadkach gdy ruch zgięcia, wyprostu, supinacji, pronacji był pełny. Dobry wynik uzyskano w 5 (41.6%) przypadkach, gdy deficyt ruchu mieścił się $< 20^{\circ}$ oraz nie występowały dolegliwości bólowe i niestabilność stawu łokciowego. Przemijające porażenie w zakresie nerwu międzykostnego tylnego stwierdzili w jednym przypadku (8%). W jednym przypadku zaobserwowano łagodną deformację koślawą [75]. W naszym materiale stwierdziliśmy jeden przypadek destabilizacji zespolenia z koniecznością ponownej repozycji. Zanotowaliśmy dwa przypadki przejściowego porażenia nerwu międzykostnego tylnego (3,3% badanych), żadnego przypadku deformacji koślawej, przewlekłych dolegliwości bólowych i niestabilności stawu łokciowego. Zaobserwowaliśmy podobny kierunek przemieszczeń głowy kości promieniowej, boczny w 51(83,6%)

przypadkach, tylny-boczny 8 (13,1%) oraz przednio-boczny w 2 (3,3%). Nie stwierdziliśmy przemieszczeń przyśrodkowych. Biorąc pod uwagę ciężkość urazów Song i wsp. uzyskali doskonałe wyniki, które należy ocenić jako najlepsze przy zastosowaniu tej techniki operacyjnej w analizowanym piśmiennictwie światowym, włączając również nasze badania.

Basmajian i wsp. w wieloośrodkowym badaniu na grupie 78 pacjentów ze złamaniem przynasady bliższej kości promieniowej, porównywali trzy grupy: leczonych nieoperacyjnie, przezskórną repozycją drutem Kirschnera oraz otwartą repozycją i stabilizacją wewnętrzną. Przebadano 26 pacjentów u których wykonano przezskórną repozycję drutem Kirschnera, ze stabilizacją w trzech przypadkach. U leczonych techniką przezskórną odnotowali jednoznacznie lepsze wyniki zakresu ruchów zgięcia, wyprost, odwracania i nawracania. W 19 (73%) przypadkach leczonych tą metodą otrzymali wyniki doskonałe i dobre. W grupie repozycji otwartej uzyskali zdecydowanie mniej wyników dobrych i doskonałych bo tylko 35%. U badanych nie wykryto przedwczesnego zamknięcia chrząstki wzrostowej, przerostu głowy kości promieniowej, zaburzeń zrostu, opóźnienia zrostu, infekcji wokół implantu [91].

Biyani i wsp. przedstawili wyniki obserwacji 8 pacjentów ze złamaniem szyjki kości promieniowej leczonych metodą przezskórnej repozycji ze stabilizacją pojedynczym drutem Kirschnera. U 7 pacjentów w wieku 6-14 lat oraz jeden 20 letni, z przemieszczeniami kątowymi 45-75°. Unieruchomienie gipsem ramiennie-dłoniowym stosowano 2-3 tygodnie, po czym je usuwano wraz z implantem oraz wdrażano usprawnianie. W czterech przypadkach doszło do ograniczenia zakresu ruchów supinacyjno-pronacyjnego między 5-15°, w jednym przypadku deficytu wyprost stawu łokciowego 10°. We wszystkich przypadkach doszło do wygojenia złamania. Nie zanotowali cech infekcji miejscowej oraz innych miejscowych powikłań [99]. W naszym materiale do pełnego zrostu kostnego doszło u 60 badanych. W jednym przypadku u badanego wystąpiło powikłanie pod postacią stawu rzekomego.

Wykorzystując założenia ALARA ('as low as reasonably achievable'), czyli minimalizując narażenie na promieniowanie rentgenowskie, Lee i wsp. ocenili wyniki pacjentów leczonych techniką lewarowania przezskórnego ze stabilizacją drutem Kirschnera przy obrazowaniu śródoperacyjnym USG. Przeanalizowali retrospektywnie dokumentację grupę 12 dzieci ze złamaniem szyjki kości promieniowej z których 10 (83%) zakwalifikowano do III typu wg. Judet'a, 2 (17%) do IV typu wg. Judet'a, ze średnią kąta trzonowo - głowowego pourazowego 62,5° (zakres 46 -76°). Repozycję przy zastosowaniu 2.0 mm pręta Steinmanna wykonywano przy obrazowaniu USG. Po uzyskaniu repozycji, definitywną stabilizację

przeprowadzano drutem Kirschnera, przy zastosowaniu obrazowania fluoroskopowego. Stosowano unieruchomienie w gipsie ramiennie-dłoniowym na okres trzech tygodni. Efekty leczenia oceniono pomiędzy 8 a 24 miesiącem po zabiegu operacyjnym. W analizie kąta głowowo-trzonowego pooperacyjnego, uzyskali średnią $5,6^0$ (zakres 2^0 - 9^0). Nie zaobserwowali uszkodzeń nerwów oraz AVN. W jednym przypadku odnotowali infekcję miejsca wprowadzenia implantu. Brak opisu w technice operacyjnej czy implant pogrążony był w tkankach czy wystawał ponad powłoki skórne. Wg. kryteriów repozycji Metaizeau w 10 (83,3%) przypadkach uzyskano wynik doskonały, 2 (16,6%) dobry. W jednym przypadku z dobrym wynikiem 15^0 zgięcia odnotowali pełny zakres ruchu stawu łokciowego, w drugim odnotowali deficyt zgięcia 10^0 w porównaniu z kończyną nieoperowaną [44]. W naszym materiale III typ wg. Judet'a obejmował 43 (70,5%) badanych (średnia kąta głowowo-trzonowego $42,4^0$), typ IV 18 (29,5%) badanych (średnia kąta głowowo-trzonowego $70,6^0$). Średnia przemieszczenia kąтового głowowo-trzonowego pourazowego wynosiła $51,2^0$ (zakres 35^0 - 90^0). W ocenie pooperacyjnej kąta przemieszczenia głowowo-trzonowego nasi badani uzyskali średnią $3,7^0$ (między 0^0 a 20^0). Według kryteriów Metaizeau oceny kąta głowowo-trzonowego po leczeniu operacyjnym 43(70,6%) badanych uzyskało wynik doskonały, 17 (27,9%) dobry, 1 (1,5%) wynik zadowalający.

Du i wsp. dokonali porównania wyników 34 badanych ze złamaniem końca bliższego kości promieniowej u dzieci z IV typem wg. Judet'a, operowanych metodą przezskórnego lewarowania z zastosowaniem dwóch drutów Kirschnera i stabilizacją Metaizeau, 16 badanych z repozycją otwartą ze stabilizacją pojedynczym drutem Kirschnera 18 badanych. Z grupy badanej wyłączyli współtowarzyszące urazy stawu łokciowego prócz złamania wyrostka łokciowego. W obu grupach znajdowało się po trzech pacjentów ze złamaniem wyrostka łokciowego. Czas od urazu do zabiegu operacyjnego mieścił się między 1 a 9 dobą. Technika operacyjna w pierwszej grupie polegała na przezskórnym wprowadzeniu między odłamy złamania pierwszego drutu Kirschnera, zlewarowanie w celu „rozklinowania” odłamów, przezskórne wprowadzenie drugiego drutu Kirschnera na wysokości głowy i zepchniecie jej w miejsce anatomiczne redukując translację. Definitywną stabilizację uzyskiwali stosując technikę Metaizeau. Staw łokciowy unieruchamiano na 4 tygodnie gipsem ramiennie-dłoniowym. Pacjenci z drugiej grupy nastawiano pod kontrolą wzroku z dojścia tylnobocznego ze stabilizacją przestawową drutem Kirschnera główki kości ramiennej z głową kości promieniowej. Staw łokciowy unieruchamiano na 5-6 tygodni. W pierwszej grupie w ocenie pooperacyjnego wyniku RTG w klasyfikacji Metaizeau 12 (75%) pacjentów uzyskało wynik

doskonały, czterech (25%) dobry. W ocenie funkcji stawu łokciowego w klasyfikacji MEPS 10 (62,5%) badanych uzyskało wynik doskonały, 5 (31,2%) dobry, 1 (6,2%) zadowolający, z czego wyniki doskonały i dobry uzyskało 93,8% badanych. Nie odnotowali infekcji, AVN, przedwczesnego zamknięcia chrząstki wzrostowej, kośćciorostu łokciowo-promieniowego. W drugiej grupie w ocenie pooperacyjnego wyniku RTG w klasyfikacji Metaizeau 14 (77,8%) pacjentów uzyskało wynik doskonały, 4 (22,1%) dobry. W ocenie funkcji stawu łokciowego w klasyfikacji MEPS 9 (50%) badanych uzyskało wynik doskonały, 6 (33,3%) dobry, 2 (11,1%) zadowolający, 1 (5,5%) zły, z czego wyniki doskonały i dobry uzyskało 83,3% badanych. W trzech przypadkach doszło do infekcji przy implancie, jednym martwicy głowy kości promieniowej [97]. W naszym materiale według klasyfikacji Metaizeau oceny kąta głowowo-trzonowego po leczeniu operacyjnym 43 (70,6%) badanych uzyskało wynik doskonały, 17 (27,9%) wynik dobry, 1 (1,5%) zadowolający. W ocenie wyników funkcji stawu łokciowego wg. Mayo Elbow Performance Score 58 (95,1%) badanych uzyskało wyniki bardzo dobry, 2 (3,3%) dobry, 1 (1,5%) zadowolający.

Choi i wsp. ocenili wyniki leczenia operacyjnego złamania szyjki kości promieniowej w III i IV typie wg Judet'a, 34 pacjentów między 3 a 15 rokiem życia z zastosowaniem techniki przezskórnego lewarowania za pomocą prętów Steimanna. Z badania wykluczyli pacjentów leczonych techniką otwartej repozycji, przednim przemieszczeniem głowy kości promieniowej, złamaniami ze zwknięciem stawu łokciowego oraz pourazowym niedowładem nerwu międzykostnego tylnego. W 8 przypadkach towarzyszyło złamanie wyrostka łokciowego. Badani operowani byli między 0 a 5 dobą od urazu. W technice repozycji i stabilizacji szczególną uwagę poświęcili zmniejszeniu napięć tkanek miękkich, co skutkowało obniżeniem ryzyka uszkodzenia nerwu międzykostnego tylnego. Do repozycji stosowano pręt Steimanna o średnicy 2,0-2,4 mm., wykonując pierwotną repozycję. Po jej wykonaniu usuwano pręt, wykonywano manewr supinacji z uciskiem powłok na wysokości złamania oraz stabilizowano tym samym implantem przezskórnym w naprzeciwległej warstwie korowej, jeśli ustawienie złamania było satysfakcjonujące. Unieruchomienie w gipsie ramiennie-dłoniowym utrzymywano przez 4 tygodnie. Pręt stabilizujący Steimanna usuwano między 10 i 43 dniem po zabiegu operacyjnym. Do oceny pooperacyjnej radiologicznej wykorzystali klasyfikację Metaizeau, w której 23 (67,5%) badanych uzyskało wynik doskonały, 9 (26,5%) dobry, 1 (2,8%) zadowolający, 1 (2,8%) zły. Do oceny wyniku klinicznego posłużyli się klasyfikacją MEPS z uzyskaną średnią 97,6 pkt., 30 (88,2%) badanych uzyskało wynik doskonały, 3 (8,8%) dobry, 1 (3%) zadowolający. W żadnym przypadku nie odnotowali pooperacyjnego porażenia

PIN oraz AVN. Powierzchnowe infekcje wokół implantu odnotowali w 4 (11,7%) przypadkach. Pourazowy zrost promieniowo-łokciowy odnotowali w 1 (2,8%) przypadku [98]. W naszym materiale do kośćozrostu promieniowo-łokciowego doszło w jednym przypadku (1,5%). W ocenie MEPS średnia ilość wynosiła 98,7 punktu, 55 badanych uzyskało maksymalną ilość punktów -100 pkt., 3 badanych -95pkt., 1 badany -85pkt., 1 badany -80 pkt., 1 -70 pkt.

Tanagho i Ansara ocenili wyniki zmodyfikowanej metody lewarowania przezskórnego ze stabilizacją dwoma drutami Kirschnera u 9 dzieci. Kąt głowowo-promieniowy pourazowy średni 56° (zakres między 40° a 85°). W opisie zabiegu rozpoczynają od aspiracji krwiaka ze stawu łokciowego. Manewr wprowadzenia przezskórnego implantu do szczeliny złamania i zlewarowania pierwszym drutem wykonują w pełnym wyproście stawu łokciowego oraz supinacji przedramienia. Celem manewru jest ochrona nerwu międzykostnego tylnego. Następnie po zgięciu stawu łokciowego, drugi drut Kirschnera wprowadzają przezskórnie ostatecznie stabilizując złamanie uzyskując stabilność rotacyjną. Po zakotwiczeniu prętów w naprzeciwległej warstwie korowej, pod kontrolą fluoroskopu w czasie rzeczywistym oceniali stabilność zespolenia, ruchy zgięcia, wyprostowania stawu łokciowego oraz ruchy nawracania i odwracania przedramienia. Kończynę unieruchamiano w longecie gipsowej ramiennej na okres 4 tygodni. W ocenie kątowej głowowo-trzonowej w ocenie RTG pooperacyjnej uzyskali średnią 8° (między 5° a 30°). We wszystkich przypadkach uzyskali dobry i bardzo dobry wynik leczenia z oceną deficytu zakresu ruchów supinacyjno/pronacyjnego $<30^{\circ}$, oraz deficytu wyprostowania $<10^{\circ}$. Nie odnotowali niedowładów nerwów obwodowych [104]. W opisie zabiegu operacyjnego jako jedyni w dostępnych pracach aspirują zawartość stawu łokciowego. Dość zaskakującą jest ocena ruchów stawu po wprowadzeniu zespolenia, głównie rotacyjnych ze względu na konflikt zespolenia z tkankami miękkimi. Z naszych obserwacji brak możliwości oceny zakresu ruchu a przez to stabilności zespolenia w ocenie czynnościowej jest głównym ograniczeniem metody.

Wykorzystując połączone metody przezskórnego lewarowania złamania szyjki kości promieniowej ze stabilizacją śródspikową, Wang i wsp. ocenili wyniki leczenia 23 pediatrycznych pacjentów. Wyjściowo w ocenie RTG 15 (65%) przypadków zakwalifikowano na III typ wg. Judet'a (między 30° a 60°), 8 (34%) przypadków na IV typ ($>60^{\circ}$). Średnia translacja wynosiła 65%. W technice operacyjnej stosowali przezskórną repozycję za pomocą drutu Kirschnera ze stabilizacją śródspikową również drutem Kirschnera. Nie stosowali unieruchomienia. Wdrażali ruchy zgięcia, wyprostowania stawu łokciowego oraz ruchy rotacyjne

przedramienia od trzeciej doby pooperacyjnej. Średni czas obserwacji wyniósł 29 miesięcy. Nie zaobserwowali przedwczesnego zamknięcia chrząstki wzrostowej, przerostu głowy kości promieniowej, skostnień pozaszkieletowych, niestabilności stawu łokciowego oraz AVN. „Resztkowe” kątowne zgięcie między 5^0 a 10^0 ze średnią $7,3^0$ zaobserwowali w 3(13%) przypadkach. U 14 (60,8%) pacjentów autorzy wykazali pełne symetryczne zakresy ruchów stawu łokciowego. W 7 przypadkach odnotowali ograniczenie ruchów odwracania lub nawracania przedramienia między 5^0 a 10^0 . W żadnym przypadku nie wykazali deficytu zgięcia lub wyprostu w stawie łokciowym $>10^0$. W 15 (65,3%) przypadkach uzyskano doskonałe wyniki funkcjonalne wg. MEPS, 6 (26,1%) dobre [65]. W naszym materiale typ III wg. Judet’a prezentowało 70,5% badanych (średnia kąta głowowo-trzonowego $42,4^0$). Typ IV 29,5% badanych (średnia kąta głowowo-trzonowego $70,6^0$). Średnie przemieszczenia kątowne głowowo-trzonowe pourazowe mieściły się między 35^0 a 90^0 ze średnią $51,2^0$. Według MEPS 58 (95,1%) badanych uzyskało wyniki bardzo dobry, 2 (3,3%) dobry, 1(1,5%) zadowolający.

Masseti i wsp. przedstawili wyniki oceny radiologicznej i klinicznej leczenia operacyjnego dzieci ze złamaniem szyjki kości promieniowej techniką lewarowania przezskórnego ze stabilizacją wsteczną śródszpikową drutem Kirschnera. Badanie obejmowało dwadzieścioro dzieci, 9 chłopców i 11 dziewcząt, w wieku między 2 a 11 lat, ze złamaniami szyjki kości promieniowej przemieszczonymi kątowno powyżej 30^0 z III i IV typem wg. Judet’a. Brak informacji co do urazów współtowarzyszących. Ocena pacjentów operowanych przeprowadzono między 8 a 45 miesiącem po zabiegu z wykorzystaniem klinicznej skali Mayo Elbow Performance Score, skalę Tibone i Stolz oraz ocenę wyniku radiologicznego wg. Metaizeau. W technice operacyjnej do repozycji przezskórnej pod kontrolą toru wizyjnego wykorzystywano drut Kirschnera o średnicy 2 mm, do stabilizacji śródszpikowej pojedynczy drut Kirschnera 1,5 mm. Staw operowany w każdym przypadku unieruchamiano gipsem ramiennym na okres czterech tygodni. W klasyfikacji MEPS 19 pacjentów uzyskało wynik doskonały (100 pkt.), 1 dobry (85 pkt.) ze średnią 99,2 pkt. W klasyfikacji Metaizeau 15 badanych uzyskało wyniki doskonałe (75%), 5 dobry (25%). W czterech przypadkach odnotowali ograniczenie ruchu zgięcia $<10^0$ a w jednym ograniczenie ruchu supinacyjno-pronacyjnego 5^0 . Nie odnotowali cech porażenia nerwu międzykostnego tylnego, infekcji, zaburzeń osi kończyny czy niestabilności stawu łokciowego [96]. W naszym materiale w klasyfikacji MEPS 55 badanych uzyskało maksymalną ilość punktów 100, 3 badanych 95pkt., 1 badany 85pkt., 1 badany 80 pkt., 1 70 pkt., za średnią 98,7 pkt. W klasyfikacji

wg. Metaizeau oceny kąta głowowo-trzonowego po leczeniu operacyjnym 43 (70,6%) badanych uzyskało wynik doskonały, 17 (27,9%) dobry, 1 (1,5%) zadowolający.

Cevik i wsp. ocenili wyniki połączenia hybrydowego metody lewarowania przezskórnego ze stabilizacją śródszpikową wg. Metaizeau 20 pacjentów ze złamaniem szyjki kości promieniowej. Do typu III wg. Judet'a zakwalifikowali 14 (70%) badanych, typ IVa i IVb 6(30%). Pacjenci w wieku między 4 a 13 rokiem życia (średnia 9,7), z przemieszczeniami kątowymi złamania między 35 a 85⁰ (średnia 52,4⁰). Po zabiegu unieruchamiano na okres 3 tygodni. Implant śródszpikowy usuwano do dziesiątego tygodnia od zabiegu operacyjnego. W ocenie radiologicznej pooperacyjnej anatomiczne ustawienie odłamów uzyskano u 17 (85%) pacjentów, u 3 (15%) uzyskany kąt trzonowo-głowowy wynosił <20⁰. W ocenie funkcjonalnej kończyny wg. Tibone-Storz 16 (80%) badanych uzyskało wynik doskonały (brak dolegliwości bólowych, nie stwierdza się deformacji stawu łokciowego, pełny zakres ruchu stawu łokciowego), 3 (15%) dobry (sporadyczne dolegliwości bólowe, deformacja stawu łokciowego < 10⁰, ograniczenie zakresu ruchu stawu łokciowego < 20⁰), 1(5%) zły (sporadyczne dolegliwości bólowe, deformacja stawu łokciowego >10⁰, ograniczenia ruchu stawu łokciowego >20⁰). U 2 (10%) pacjentów w ocenie długofalowej (4-13 lat), uzyskali ograniczenie ruchów supinacyjno/pronacyjnego stawu łokciowego, u 6 (30%) pacjentów doszło do zamknięcia chrząstki wzrostowej proksymalnej kości promieniowej, u 1 (5%) badanego do jałowej martwicy głowy kości promieniowej, u 2 (10%) doszło do przerostu głowy kości promieniowej, 2 (10%) skostnień pozaszkieletowych. Nie zanotowali powikłań pod postacią kościorostu promieniowo-łokciowego, infekcji okolicy wprowadzenia implantów, uszkodzeń ścięgien [46]. W naszym materiale w ocenie radiologicznej pooperacyjnej kąta głowowo-trzonowego jako „anatomiczne” oceniliśmy u 70.6% badanych, u 27.9% badanych jako kąt < 20⁰ w 1.5% 20⁰. W 11 przypadkach (18%) doszło do przedwczesnego zamknięcia chrząstki wzrostowej. W jednym przypadku (1,5%) odnotowaliśmy przerost głowy kości promieniowej.

Qiao i Jiang ocenili wyniki badania łączonej metody lewarowania przezskórnego i techniki Metaizeau u dzieci ze złamaniem szyjki kości promieniowej. Badaniu poddano 26 pacjentów. U 8 (30,8%) badanych stwierdzono III typ wg. Judet'a i 16 (61,4%) IV typ. Przemieszczenia kątowe trzonowo-głowowe typu III mieściły się w granicach 35⁰-55⁰ (średnia 41,11⁰), typu IV między 65 a 90⁰ (średnia 81,47⁰). Leczenie operacyjne polegało na wstępnej repozycji przezskórnej sposobem lewarowania drutem Kirschnera 2.0 mm, następnie repozycji i stabilizacji ESIN sp. Metaizeau. Unieruchomienie utrzymywano między 4 a 6 tygodni.

W ocenie radiologicznej skuteczności repozycji zastosowano klasyfikację Metaizeau, gdzie u 23 (88,5%) pacjentów uzyskano wynik doskonały, u 3 (11,5%) dobry. Do oceny klinicznej użyto skalę MEPS, w której 23 (95,7%) badanych uzyskało wynik doskonały, jeden (4,3%) dobry. U badanych nie zaobserwowano ponownych złamań szyjki kości promieniowej, zaburzeń zrostu, infekcji, skostnień okołoszkieletowych, kościzrostu promieniowo-łokciowego, zapalenia kości, infekcji, przerostu głowy kości promieniowej [101]. W naszym materiale 43 (70,5%) badanych zakwalifikowaliśmy do III typu wg. Judet'a, ze średnią kąta trzonowo-głowego pourazowego 42,40, 18 (29,5%) badanych zakwalifikowaliśmy do IV typu wg. Judet'a, ze średnią kąta trzonowo-głowego pourazowego 70,6°. W skali MEPS uzyskaliśmy u 58 (95,1%) badanych wynik doskonały, 2 badanych (3,3%) dobry, 1(1,5%) badanego zadowolający.

Matuszewski i wsp. przedstawili wyniki leczenia operacyjnego złamań szyjki kości promieniowej u dzieci. Grupa badanych obejmowała 28 pacjentów, z których u 15 pacjentów zastosowano repozycję otwartą ze stabilizacją wewnętrzną, a 13 pacjentów zastosowano repozycję ze stabilizacją śródszpikową ESIN wg. Metaizeau. Do leczenia operacyjnego zakwalifikowano pacjentów z przemieszczeniami kątowymi $>30^{\circ}$ oraz przemieszczeniem głowy kości promieniowej co najmniej 5 mm. We wszystkich przypadkach zastosowano unieruchomienie gipsem ramiennie-dłoniowym na okres co najmniej 3 tygodnie. W badaniu oceniono zakresy ruchów stawu łokciowego i przedramienia wg. skali Tempelton-Graham. Wynik jako doskonały ocenia się, gdy deficyt wyprostowania stawu łokciowego mieści się w granicach $0-5^{\circ}$, dobry gdy $6-10^{\circ}$. W ruchach supinacyjno-pronacyjnych ocenia się jako doskonały przy deficycie $0-15^{\circ}$, dobry przy $16-30^{\circ}$. Łącznie w obu grupach uzyskali 82% wyników doskonałych i dobrych. W 2 przypadkach wystąpiły skostnienia pozaszkieletowe ze z ograniczeniami zakresów ruchów zgięcia do 140° , wyprostowania 70° , pronacji 20° supinacji 15° [36]. Biorąc pod uwagę, że wyniki leczenia dotyczyły obu metod operacyjnych łącznie, skutki terapii wydają się bardzo dobre. W naszym materiale pacjenci nie byli operowani metodą otwartego nastawienia, co z założenia daje w tym przypadku lepsze wyniki końcowe. U trzech pacjentów odnotowaliśmy deficyt wyprostowania 5° , jednego 10° . W ruchach deficytu supinacyjno-rotacyjnego w dwóch przypadkach uzyskaliśmy znaczne ograniczenia w badaniu porównawczym kończyny operowanej i nieoperowanej.

Koca i wsp. przedstawili wyniki leczenia 11 pacjentów ze złamaniem szyjki kości promieniowej z przemieszczeniem typu 3 wg. Judet'a, techniką Metaizeau posiłkując się przezskórnym lewarowaniem przy pomocy drutu Kirschnera. Wiek badanych mieścił

się między 6 a 10 rokiem życia. Wszyscy zostali zoperowani do 24 godzin od urazu. U wszystkich operowanych stosowano unieruchomienie gipsem ramiennie-dłoniowym na okres 2 tygodni. Kliniczne wyniki leczenia obejmowały ocenę zakresu ruchów stawu łokciowego i przedramienia oraz ocenę wg. MEPS. U 8 badanych uzyskano wynik doskonały (średnia punktacja 92,5), 3 wynik dobry (średnia punktacja 85). Średnia wartość punktowa wszystkich badanych wg. MEPS wyniosła 90,5. W badaniu nie stwierdzili powikłań pod postacią AVN, zaburzeń zrostu, powikłań infekcyjnych, uszkodzeń nerwu międzykostnego tylnego, skostnień pozaszkieletowych czy kościorostu promieniowo-łokciowego [9]. W naszym badaniu funkcji stawu łokciowego wg. Mayo Elbow Performance Score, 58 badanych uzyskało wyniki bardzo dobry, 2 dobry, 1 zadowolający. Uśredniona ilość punktów wg. MEPS wyniosła 98,7 pkt.

Eberl i wsp. przedstawili wyniki leczenia operacyjnego metodą repozycji śródspikowej wg. Metaizeau na grupie 42 badanych z przemieszczonym złamaniem szyjki kości promieniowej, 7 badanych typ II wg. Judet'a, 21 typ III, 14 typ IV. U 38 (90%) badanych leczonych metodą zamkniętej repozycji ze stabilizacją „retrograde”, 4 (10%) wymagało otwartej repozycji ze stabilizacją śródspikową. U wszystkich 42 badanych uzyskano anatomiczną repozycję bezpośrednio po zabiegu. U 38 badanych uzyskano wynik funkcjonalny doskonały wg. kryteriów Linscheid i Wheeler'a z pełnym zakresem ruchów stawu łokciowego bez jakichkolwiek dolegliwości bólowych, 2 uzyskało wynik dobry z utratą 10⁰ zakresu ruchów supinacyjno-pronacyjnego, 2 wynik zły z utratą zakresu ruchu rotacyjnego przedramienia 40⁰. Wynik zły zaobserwowano w przypadku otwartego nastawienia z następczą martwicą głowy kości promieniowej. W badaniu kontrolnym utratę stabilizacji zespolenia zaobserwowali u 7 (16.7%) pacjentów. Badający zwracają szczególną uwagę na problem ze śródoperacyjną repozycją i umiejscowieniem implantu w przypadkach złuszczenia głowy kości promieniowej z „krótką” częścią nasadową. U jednego pacjenta (2,4%) doszło do zaburzeń czucia z zakresu nerwu promieniowego powierzchownego przez jego uszkodzenie w miejscu wprowadzenia [3]. W naszym materiale destabilizację implantu i przemieszczenie złamania odnotowano u jednego badanego (1,6%).

Klitscher i wsp. przeprowadzili retrospektywną ocenę wyników leczenia techniką wg. Metaizeau 28 pacjentów ze złamaniem szyjki kości promieniowej typu III i IV wg. Judet'a. U wszystkich pacjentów w czasie urazu istniała otwarta chrząstka wzrostowa proksymalna kości promieniowej. W materiale 26 badanych było operowanych metodą zamkniętą techniką Metaizeau z czego 4 repozycją instrumentalną przezskórną drutem Kirschnera, 2 badanych

repozycją otwartą ze stabilizacją śródszpikową. Do oceny klinicznej użyto klasyfikacji MEPS, w której wynik doskonały uzyskało 23 (82%) badanych, dobry 5 (18%). Żaden z badanych nie uzyskał wyniku zadowolającego i złego. W 5 przypadkach zaobserwowano niewielkie dolegliwości bólowe stawu łokciowego, w 3 przypadkach przerost głowy kości promieniowej, w 3 zrost opóźniony. Średnia punktowa MEPS wyniosła 97 punktów. W 10 przypadkach zaobserwowano ograniczenia zakresu ruchów w porównaniu z kończyną bez urazu. W 3 przypadkach autorzy zaobserwowali ograniczenie zgięcia stawu łokciowego między 10^0 a 15^0 , w 3 deficyt pronacji między 10^0 a 15^0 i 4 deficyt supinacji między 15^0 a 20^0 . Nie zaobserwowali braku zrostu, AVN, skostnień pozaszkieletowych, zrostu promieniowo-łokciowego, infekcji, porażień nerwowych, przedwczesnego zamknięcia chrząstki wzrostowej [10]. W naszym materiale w ocenie wyników funkcji stawu łokciowego wg. Mayo Elbow Performance Score 58 (95,1%) badanych uzyskało wyniki bardzo dobry, 2 (3,3%) dobry, 1(1,5%) zadowolający. 55 badanych uzyskało maksymalną ilość punktów 100, 3 badanych - 95pkt., 1 badany -85pkt., 1 badany -80 pkt., 1 -70 pkt. Średnia ilość punktów wyniosła 98,7 pkt. W punktacji dolegliwości bólowych stawu łokciowego wg. MEPS u 59 badanych uzyskano maksymalną ilość punktów tj.45 świadczących o braku dolegliwości, w 2 przypadkach uzyskano 30 pkt., świadczących o łagodnych okresowych dolegliwościach bólowych.

Ursei i wsp. przeprowadzili analizę 20 pacjentów pediatrycznych ze złamaniem szyjki kości promieniowej z otwartą chrząstką wzrostową. U 11 (55%) badanych z pourazowym kątem trzonowo-głowowym typ III wg. Judet'a między 35^0 a 58^0 (średnia $43,7^0$), 9 (45%) badanych typ IV między 62^0 a 90^0 (średnia $83,5^0$). 14 pacjentów zastało zoperowanych metodą Metaizeau, 2 łączoną Metaizeau z repozycją przezskórną sp. lewarowania przezskórnego za pomocą drutu Kirschnera, 2 repozycją otwartą ze stabilizacją śródszpikową. Unieruchomienie w postaci gipsu ramiennie-dłoniowego stosowano nie dłużej niż cztery tygodnie. W ocenie radiologicznej pooperacyjnej przyjęto wyniki jako: doskonały - repozycja anatomiczna, dobry - kąt głowowo-trzonowy z przemieszczeniem $< 20^0$, zadowolający gdy kąt mieścił się między 20^0 a 40^0 , zły gdy kąt głowowo-trzonowy przekraczał 40^0 . Według powyższych kryteriów 7 (35%) badanych uzyskało wynik doskonały, 10 (50%) dobry, 1 (5%) zadowolający, 2 (10%) zły. W ocenie zakresu ruchów stawu łokciowego przyjęto jako: wynik doskonały - ruchy pełne, dobry ograniczenie zakresu ruchów $< 20^0$, zadowolający przy ograniczeniu zakresu ruchów między 20^0 a 40^0 , zły gdy deficyt ruchów globalnych przekraczał 40^0 . U 14 (70%) badanych uzyskano wynik doskonały, 3(15%) dobry, 1 (5%) zadowolający, 2 (10%) zły. Nie odnotowali trwałych deficytów naczyniowo-nerwowych, skostnień

pozaszkieletowych, infekcji, kościozrostu promieniowo-łokciowego [33]. W naszym materiale typ III wg. Judet'a 70,5% badanych (średnia kąta głowowo-trzonowego 42,4⁰). Typ IV wg. Judet'a 29,5% badanych (średnia kąta głowowo-trzonowego 70,6⁰). Porównując wyjściowe wartości katowe w typie III mieliśmy większą procentowo grupę z podobnym średnim przemieszczeniem. W typie IV mniejszą procentowo grupę z mniejszym średnim przemieszczeniem. W ocenie zakresów ruchów biorąc pod uwagę kryteria autorów, w naszym badaniu 80,5% wyników oceniamy jako doskonałe, 16,2% jako dobre, 3,3% jako złe.

Ugutmen i wsp. z obawy o unaczynienie nasady bliższej kości promieniowej zanegowali potrzebę stosowania metod łączonych tj. wstępnego nastawienia przezskórnego. Przeprowadzili analizę 16 badanych ze złamaniem szyjki kości promieniowej z otwartą chrząstką wzrostową w czasie urazu. Stwierdzono 11 badanych z 3 typem wg. Judet'a, 5 z 4a typem wg. Judet'a. Wszystkie przypadki operowane techniką Metaizeau z wyjątkiem jednego. W tym przypadku wykonano artrotomię bez próby repozycji przezskórnej. W ocenie funkcjonalnej wyniku leczenia wzięto pod uwagę jedynie zakresy ruchów stawu łokciowego i przedramienia; wynik doskonały jeśli zakresy ruchów zgięcia, wyprostu, nawracania i odwracania był bez ograniczeń, dobry z deficytem < 20⁰, średni gdy deficyt ruchów mieścił się między 20⁰ a 40⁰, zły gdy > 40⁰. W 13 (81,25%) przypadkach uzyskano wynik doskonały, w 3 (12,3%) dobry, 1 (6,25%) średni. W radiologicznej ocenie wyniku operacyjnego wg. Metaizeau, 15 pacjentów uzyskało wynik doskonały bądź dobry (83,75%), w jednym przypadku średni (6,25%) [31]. W naszym badaniu w ocenie pooperacyjnej kąta głowowo-trzonowego wg. klasyfikacji Metaizeau 60 (98,3%) badanych uzyskało wynik doskonały lub dobry, 1 (1,63%) średni. Biorąc pod ocenę powyższe kryteria oceny zakresów ruchów stawu łokciowego i przedramienia wynik doskonały bądź dobry uzyskało 96,4%, średni 1,63%.

Zhang i wsp. przedstawili porównania wyników leczenia operacyjnego 50 pacjentów ze złamaniem szyjki kości promieniowej w III i IV typie wg. Judet'a. U 16 pacjentów leczonych repozycją zamkniętą manualną łącznie z techniką Metaizeau, 30 pacjentów metodą łączoną sposobem przezskórnego lewarowania drutem Kirschnera ze stabilizacją śródszpikową wsteczną wg. Metaizeau, 4 pacjentów leczonych otwartą repozycją ze stabilizacją wsteczną śródszpikową. Pacjenci byli leczeni sposobem lewarowania przezskórnego lub otwartą repozycją po nieudanej repozycji manualnej. Grupy leczone operacyjnie nie różniły się znacząco stopniem przemieszczenia - translacji i kątami szyjkowo trzonowymi w ocenie przedoperacyjnej. W ocenie radiologicznej pourazowej kąta trzonowo-szyjkowego grupa leczona sp. Metaizeau uzyskała średnie wartości 30,7+/- 12,5⁰ przemieszczenia katowego,

natomiast grupa leczona metodą łączoną sp. lewarowania przezskórnego z Metaizeau 65.2 ± 9.3^0 . Pomimo różnicy stopnia pierwotnego przemieszczenia w ocenie funkcjonalnej grupy leczonej sp. Metaizeau i łączonej uzyskano wyniki funkcjonalne porównywalne wg. MEPS i Tibone -Stoltz doskonałe i dobre. W obu grupach nie odnotowano powikłań [49]. W naszym badaniu średnia przemieszczenia kąowego pourazowego wynosiła 51.2^0 mieszcząc się pomiędzy powyższymi wynikami. W powyższym badaniu tak i w naszym nie zaobserwowano powikłań zaburzeń ukrwienia głowy kości promieniowej, które mogłoby być następstwem manewru lewarowania. Nie w każdym przypadku metoda Metaizeau wystarcza do uzyskania satysfakcjonującej repozycji. W przypadku braku możliwości zreponowania złamania należy posiłkować się repozycją przezskórną aby zapobiec konieczności repozycji otwartej.

Al-Aubaidi i wsp. podobnie jak powyżej omówili wyniki leczenia operacyjnego złamania szyjki kości promieniowej u dzieci. Z grupy 16 badanych, 10 leczono izolowaną techniką Metaizeau (w dwóch przypadkach przemieszczenia kąowe $> 60^0$, w ośmiu $< 60^0$), 4 łączoną metodą Metaizeau z lewarowaniem przezskórnym drutem Kirschnera (przemieszczenia kąowe pourazowe we wszystkich przypadkach $> 60^0$), 2 badanych otwartą repozycją ze stabilizacją śródszpikową ESIN (przemieszczenia kąowe pourazowe w obu przypadkach $> 60^0$). W protokole leczenia operacyjnego stosowali algorytm według którego pierwotnie wykonywano repozycję Metaizeau, jeśli uzyskano pożądaną repozycję kończono procedurę, jeśli nie, wykonywano procedurę lewarowania przezskórnego złamania sp. Bohlera, jeśli uzyskano pożądaną repozycję stabilizowano śródszpikowo ESIN, jeśli nie wykonywano repozycję otwartą ze stabilizacją śródszpikową ESIN. W ocenie radiologicznej pooperacyjnej w grupie pacjentów leczonych metodą łączoną uzyskano repozycję anatomiczną, u leczonych metodą Metaizeau w 9 przypadkach uzyskano repozycję anatomiczną, w jednym 15^0 przemieszczenia tylnego, u leczonych ORIF w jednym przypadku uzyskano repozycję anatomiczną w drugim wg. autorów wystąpiła pseudoartrozę. W ocenie wyniku klinicznego zakresu ruchów stawu łokciowego i przedramienia u leczonych metodą łączoną uzyskano pełne zakresy ruchów, u leczonych sp. Metaizeau u 4 pacjentów uzyskano ograniczenie zakresu ruchów (łącznie zgięcia, wyprost, nawracania i odwracania $< 20^0$), u leczonych ORIF w jednym przypadku uzyskano pełne zakresy ruchów w drugim ograniczenie globalnego zakresu ruchów $> 40^0$ [100]. Pomimo większych przemieszczeń i bardziej agresywnego leczenia w metodzie łączonej uzyskali lepsze wyniki repozycji, zakresów ruchów i funkcji w porównaniu do metody Metaizeau. W badaniu nie odniesiono się do ewentualnych powikłań wykonywanej repozycji przezskórnej. W naszym materiale pełną anatomiczną przebudowę

po leczeniu operacyjnym uzyskano u 60 badanych, u jednego w ocenie kąta trzonowo-głowego uzyskano przemieszczenie kątowe 20° . W ocenie przemieszczeń kątowych badania RTG pooperacyjnego mieściło się w zakresie 0° - 20° -średnia $3,7^{\circ}$. U naszych badanych w ocenie zakresów ruchów można określić jako pełną funkcję u 59 badanych, w dwóch przypadkach doszło do ograniczenia zakresu ruchu supinacyjno-pronacyjnego -supinacja 60° pronacja 60° , u jednego pacjenta ruch supinacji 10° , pronacji 10° .

Ghonim i wsp. ocenili wyniki leczenia operacyjnego 18 pacjentów w wieku między 8 a 14 rokiem życia z izolowanym złamaniem szyjki kości promieniowej. Wszystkie przypadki leczone techniką Metaizeau lub w przypadku braku zadowalającego efektu repozycji wspomagane techniką lewarowania przezskórnego. Brak informacji ilu pacjentów leczono metodą łączoną. Unieruchomienie gipsem ramiennie-dłoniowym stosowano między 3 a 4 tygodnie. W badaniu 5 (27.8%) pacjentów zakwalifikowano do III typu wg. Judet'a, 10 (55.6%) IVa, 3 (16.6%) IVb. W ocenie radiologicznej po leczeniu operacyjnym wg. klasyfikacji Metaizeau 4 (22.2%) badanych uzyskało wynik doskonały, 14 (77.8%) dobry. W ocenie funkcji kończyny wg. Mayo Elbow Performance Score 4 (22.2%) badanych uzyskało wynik doskonały, 14 (77.8%) dobry. Nie zaobserwowali powikłań pod postacią porażenia nerwów, infekcji przy wprowadzonych implantach, AVN, zaburzeń zrostu czy kościzrostu promieniowo-łokciowego [102]. W naszym materiale w ocenie wyników funkcji stawu łokciowego wg. MEPS 95,1% badanych uzyskało wynik doskonały, 3,3% dobry, 1,5% zadowalający. W klasyfikacji wg. Metaizeau oceny kąta głowowo-trzonowego po leczeniu operacyjnym 43(70,6%) badanych uzyskało wynik doskonały, 17 (27,9%) badanych wynik dobry, 1 (1,5%) wynik zadowalający.

Alternatywne, nowatorskie podejście do leczenia złamań szyjki kości promieniowej u dzieci zaproponowali Jong Yun Kim i wsp. Przedstawili wyniki artroskopowej repozycji złamania ze stabilizacją przezskórną drutami Kirschnera grupę 9 pacjentów w III i IV typie wg. Judet'a. Typ III prezentowało 6 badanych (85.6%), typ IV 1 badany (14.4%). W technice operacyjnej repozycję opierali się na bezpośredniej wizualizacji artroskopowej, po której wykonywali stabilizację przezskórną drutem Kirschnera 1.1mm zreponowanej głowy do części przynasadowej kości promieniowej. Średnie przemieszczenie kątowe głowowo-trzonowe w przedoperacyjnej ocenie RTG w III typie wynosiło 43.5° , IV typie 81° . W klasyfikacji oceny wartości kątowej repozycji pooperacyjnej wg. Metaizeau 6 badanych (85,6%) uzyskało wynik doskonały, 1 (14,4%) dobry. W ocenie funkcjonalnej wg. MEPS podobnie 6 badanych (85,6%) uzyskało wynik doskonały, 1 (14,4%) dobry. Nie odnotowali powikłań pod postacią infekcji

okołooperacyjnych, jatrogennego porażenia nerwów, AVN czy braku zrostu. Autorzy powyższą metodę rekomendują jako alternatywę do otwartej repozycji w następstwie braku pożądanego efektu leczenia repozycją zamkniętą manualną [88]. Ze względu na małą liczbę badanych trudno ocenić wyniki leczenia powyższą metodą. Jednak można zauważyć dobre wyniki przy średnich podobnych do naszego materiału przemieszczeniach pourazowych kątowych głowowo-trzonowych oraz braku powikłań przy stabilizacji złamania metodą przezskórną.

Z przeglądu powyżej przedstawionych badań wynika, że w porównaniu z metodą Metaizeau oraz łączonymi technikami, metoda sposobem lewarowania przezskórnego za pomocą drutu Kirschnera daje dobre i powtarzalne wyniki zarówno radiologiczne jak i funkcjonalne. W dostępnym piśmiennictwie ilości przebadanych przypadków są w większości niewielkie. Często grupy badane nie są jednorodne pod względem urazów współtowarzyszących, co z założenia pogarsza rokowanie oraz utrudnia ocenę wyników leczenia. Podobnie w opisach wyników leczenia techniką Metaizeau, często nie podaje się ilości badanych leczonych metodą łączoną. Technika Metaizeau może być trudna w zrealizowaniu, głównie w dużych przemieszczeniach gdzie „zahaczenie” przemieszczonej nasady będzie możliwe jedynie po wstępnej repozycji ręcznej bądź instrumentalnej lub przy złamaniach z „krótką” częścią nasadową. Nasuwa się pytanie: czy przy nieskutecznej repozycji techniką Metaizeau oraz konieczności zastosowania łączonej metody lewarowania bądź „joystick”, nie wystarczyłoby ustabilizować tym samym implantem przemieszczonej nasady? Niewątpliwą zaletą metody Metaizeau, jest krótszy okres unieruchomienia gipsem ramiennie-dłoniowym bądź brak konieczności unieruchomienia w ogóle. Uważam jednak, że szczególnie u młodszych pacjentów unieruchomienie gipsem ramiennie-dłoniowym w aspekcie przeciwbólowym na krótki okres może być korzystne. Przy zastosowaniu techniki lewarowania przezskórnego ze stabilizacją drutem Kirschnera, w każdym przypadku należy zastosować unieruchomienie gipsem ramiennie-dłoniowym. Pytaniem otwartym może być czas unieruchomienia. U badanych w tym opracowaniu gips ramiennie-dłoniowy utrzymywany był nie krócej niż pięć tygodni. Wydaje się, że można skrócić ten czas, co mogłoby wpłynąć korzystnie na szybsze odzyskanie zakresów ruchu przedramienia i stawu łokciowego. Do wady metody lewarowania przezskórnego, należy brak możliwości oceny ruchów rotacyjnych przedramienia oraz pełnych ruchów zgięcia i wyprostu stawu łokciowego, ze względu na konflikt drutu Kirschnera z otaczającymi tkankami miękkimi miejsca wprowadzenia. Jednym z głównych argumentów przytaczanych przeciwko stosowaniu metody lewarowania przezskórnego ze stabilizacją

drutem Kirschnera jest ryzyko porażenia nerwu międzykostnego tylnego oraz ryzyko powstania jałowej martwicy głowy kości promieniowej w mechanizmie uszkodzenia naczyń odokostnowych. W żadnym przypadku u badanych o tym opracowaniu nie wystąpiło powikłanie pod postacią AVN. W dostępnych opracowaniach przy stosowaniu metody lewarowania oraz jako łączonej z Metaizeau również. Kwestią oczywistą jest ryzyko uszkodzenia nerwu międzykostnego tylnego ze względu na anatomiczną bliskość struktury nerwowej z miejscem manipulacji implantem. Jednak ryzyko trwałego uszkodzenia również jest niewielkie. W tym opracowaniu wystąpiło jako powikłanie czasowe w dwóch przypadkach z powrotem pełnej funkcji. Również w opracowaniach z piśmiennictwa nie zanotowano trwałego uszkodzenia nerwu międzykostnego tylnego przy zastosowaniu metody. Ryzyko uszkodzenia czy naciągnięcia nerwu międzykostnego tylnego można zminimalizować stosując odpowiednią technikę wprowadzenia implantu oraz repozycji z jak najmniejszym napięciem tkanek miękkich.

W leczeniu złamań przynasady bliższej kości promieniowej u dzieci i dorosłych stosuje się wiele metod operacyjnych. Dostępność różnych technik repozycji i leczenia operacyjnego wynika z różnorodności urazów, ale i braku jednego „najlepszego” i wystandardyzowanego sposobu ich zaopatrzenia. W niektórych przypadkach należy posiłkować się kombinacją technik aby osiągnąć zamierzony cel. W wyborze terapii powinno się brać pod uwagę kilka czynników. Za istotne uważa się między innymi stopień przemieszczenia złamania, towarzyszące urazy stawu łokciowego i przedramienia, wiek pacjenta, czas od urazu, dostępność instrumentarium oraz doświadczenie operatora.

7. Wnioski.

- Leczenie operacyjne sposobem lewarowania przezskórnego ze stabilizacją drutem Kirschnera w izolowanych złamaniach przynasady bliższej kości promieniowej jest metodą skuteczną
- Metoda cechuje się niskim ryzykiem powikłań jatrogennych przy zastosowaniu odpowiedniej techniki operacyjnej
- Może stanowić bezpieczną alternatywę dla innych metod operacyjnych w izolowanych złamaniach przynasady bliższej kości promieniowej
- Brak konieczności w większości przypadków dodatkowego znieczulenia ogólnego i angażowania bloku operacyjnego w celu usunięcia implantu

8. Piśmiennictwo.

- [1] Tan BH, Mahadev A (2011) Radial neck fractures in children. *J Orthop Surg (Hong Kong)* 19(2):209–212.
- [2] Camila B. De Mattos, David E. Ramski, MD, Indranil V. Kushare, Angsanuntsukh C, and John M. Flynn. Radial Neck Fractures in Children and Adolescents: An Examination of Operative and Nonoperative Treatment and Outcomes. *J Pediatr Orthop* 2016;36:6–12).
- [3] Eberl R, Singer G, Fruhmann J, et al. Intramedullary nailing for the treatment of dislocated pediatric radial neck fractures. *Eur J Pediatr Surg.* 2010;20:250–252.
- [4] Weise K , Schwab E , Scheufele TM . Elbow injuries in childhood . *Unfallchirurg* 1997; 100:255–269.
- [5] Diego Gutierrez-de la Iglesia, MD, Laura M. Perez-Lopez, MD, Marisa Cabrera-Gonzalez, MD, and Jorge Kno"rr-Gime'nez, MDSurgical Techniques for Displaced Radial Neck Fractures: Predictive Factors of Functional Results *J Pediatr Orthop* 2017;37:159–165.
- [6] Falciglia F, Giordano M, Aulisa AG, et al. Radial neck fractures in children: results when open reduction is indicated. *J Pediatr Orthop.* 2014;34:756–762.
- [7] Hai Jiang, MDa, Yongtao Wu, MDb, Youting Dang, MDb, Yusheng Qiu, PhDa, Closed reduction using the percutaneous leverage technique and internal fixation with K-wires to treat angulated radial neck fractures in children-case report. *Medicine* (2017) 96:1(e5806).
- [8] Muhammad Farhan bin Mohd Fadil, Arjandas Mahadev, Sumanth Kumar Gera Radial head and neck injuries in children with elbow dislocations: a report of three cases *Journal of Orthopaedic Surgery* 2014;22(2):252-6.
- [9] Koca K., Erdem Y., Neyiřci C., Erřen Ö. Intramedullary Elastic Nailing of the Displaced Radial Neck Fractures in Children. *Acta. Orthop. Traumatol. Turc.* 2017;51:451–454. doi: 10.1016/j.aott.2017.03.021.

- [10] Klitscher D., Richter S., Bodenschatz K., Hückstädt T., Weltzien A., Müller L.P., Schier F., Rommens P.M. Evaluation of Severely Displaced Radial Neck Fractures in Children Treated with Elastic Stable Intramedullary Nailing. *J. Pediatr. Orthop.* 2009;29:698–703. doi: 10.1097/BPO.0b013e3181b76895.
- [11] Landin LA, Danielsson LG. Elbow fractures in children. *Acta Orthop Scand.* 1986;57:309–312.
- [12] Shabtai L, Arkader A.: Percutaneous Reduction of Displaced Radial Neck Fractures Achieves Better Results Compared With Fractures Treated by Open Reduction. *J. Pediatr. Orthop.* 2016;36:S63–S66.
- [13] Sudhahar TA, Patel AD. A rare case of partial posterior interosseous nerve injury associated with radial head fracture. *Injury.* 2004;35(5):543–4.11.
- [14] Dormans JP, Rang M. Fractures of the olecranon and radial neck in children. *Orthop Clin North Am.* 1990;vol 21:257–268.
- [15] Metaizeau J., Lascombes P., Lemelle J., Finlayson D., Prevot J. Reduction and Fixation of Displaced Radial Neck Fractures by Closed Intramedullary Pinning. *J. Paediatr. Orthop.* 1993;13:355–360. doi: 10.1097/01241398-199305000-00015.
- [16] D'souza S, Vaishya R, Klenerman L. Management of radial neck fractures in children: a retrospective analysis of one hundred patients. *J Pediatr Orthop.* 1993;13:232–238.
- [17] Steele J.A., Kerr H. Angulated Radial Neck Fractures in Children, a Prospective Study of Percutaneous Reduction. *J. Bone Jt. Surg.* 1992;74:760–764. doi: 10.1302/0301-620X.74B5.1527130.
- [18] Zimmerman RM, et al. Surgical management of pediatric radial neck fractures. *J Bone Joint Surg Am.* 2013;95:1825–1832.
- [19] Vocke AK, Von Laer L. Displaced fractures of the radial neck in children: longterm results and prognosis of conservative treatment. *J Pediatr Orthop B.* 1998 July;7(3):217e222.
- [20] Randomisli T., Rosen A. Controversies Regarding Radial Neck Fractures in Children. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 1998;353:30–39. doi: 10.1097/00003086-199808000-00005.

- [21] Bernstein SM, McKeever P, Bernstein L. Percutaneous reduction of displaced radial neck fractures in children. *J Pediatr Orthop* 1993; 13:85–88.
- [22] De Mattos C.B., Ramski D.E., Kushare I.V., Angsanuntsukh C., Flynn J.M. Radial Neck Fractures in Children and Adolescents: An Examination of Operative and Nonoperative Treatment and Outcomes. *J. Pediatr. Orthop.* 2016;36:6–12. doi: 10.1097/BPO.0000000000000387.
- [23] Hilgert RE, Dallek M, Rueger JM. Minimal invasive treatment of masively dislocated radial neck fractures in children by percutaneous joystick reposition and Prevot nailing. *Unfallchirurg* 2002;105:116–119.
- [24] Saket Tibrewal, Suman Saha, Omar Haddo. Percutaneous K-Wire Buttress Technique for Displaced Radial Neck Fracture. *Ortopedia Traumatologia Rehabilitacja MEDSPORTPRESS*, 2013; 2(6); Vol. 15, 169-174 DOI: 10.5604/15093492.1045948.
- [25] Pesudo JV , Aracil J , Barcelo M . Leverage method in displaced fractures of the radial neck in children . *Clin Orthop Relat Res* 1982;169:215–218.
- [26] Strachan JC, Ellis BW. Vulnerability of the posterior interosseous nerve during radial head resection. *J Bone JointSurg Br.* 1971;53(2):320–3.
- [27] Wilkins K. Fractures and dislocations of the elbow region. In:Rockwood CA, Wilkins KE, eds. *Fractures in Children*. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins; 1991:728–751.
- [28] Metaizeau JP. Reduction and osteosynthesis of radial neck fractures in children by centromedullary pinning. *Injury* 2005; 36 (Suppl 1): A75 – A77.
- [29] Steinberg E., Salama R., Wientroub S. Radial Head and Neck Fractures in Children. *J. Paediatr. Orthop.* 1988;8:35–40. doi: 10.1097/01241398-198801000-00009.
- [30] Newman J. Displaced Radial Neck Fractures in Children. *Injury.* 1977;2:114–121. doi: 10.1016/0020-1383(77)90004-3.
- [31] Ugutmen E., Ozkan K., Ozkan F.U., Eceviz E., Altintas F., Unay K. Reduction and Fixation of Radius Neck Fractures in Children with Intramedullary Pin. *J. Pediatr. Orthop. Part B.* 2010;19:289–293. doi: 10.1097/BPB.0b013e32833918a0.

- [32] Tan BH, Mahadev A. Radial neck fractures in children. *J Orthop Surg (Hong Kong)*. 2011;19:209–212.
- [33] Ursei M, Sales de Gauzy J, Knorr J, et al. Surgical treatment of radial neck fractures in children by intramedullary pinning. *Acta Orthop Belg*. 2006;72:131–137.
- [34] Randomisili TE, Rosen AL. Controversies regarding radial neck fractures in children. *Clin Orthop Relat Res*. 1998;353:30–39.
- [35] Schmittenebecher PP, Haevernick B, Herold A, et al. Treatment decision, method of osteosynthesis, and outcome in radial neck fractures in children: a multicenter study. *J Pediatr Orthop*. 2005;25:45–50.
- [36] Matuszewski Ł, Kałakucki J, Ciszewski A Operative Treatment of Radial Neck Fractures in Children. *Ortop Traumatol Rehabil* May-Jun 2012;14(3):261-8. doi:10.5604/15093492.1002260.
- [37] Weigel B. NML. *Praxisbuch Unfallchirurgie*. Berlin Heidelberg: Springer Verlag; 2005.
- [38] <https://www.orthobullets.com>.
- [39] Jeffery CC . Fractures of the head of the radius in children. *J Bone Joint Surg Br* 1950; 32-B : 314–324.
- [40] Pring ME. Pediatric radial neck fractures: when and how to fix. *J. Pediatr Orthop*. 2012;32:S14–S21.
- [41] Prathapkumar K., Garg N., Bruce C.: Elastic stable intramedullary nail fixation for severely displaced fractures of the neck of the radius in children. 2006 British Editorial Society of Bone and Joint Surgery doi:10.1302/0301-620X.88B3. 17099.
- [42] Vahvanen V, Gripenbergh. Fracture of the radial neck in children: a long-term follow-up study of 43 cases. *Acta Orthop Scand* 19.
- [43] Sudhahar TA, Patel AD. A rare case of partial posterior interosseous nerve injury associated with radial head fracture. *Injury*. 2004;35(5):543–4.
- [44] Jung Eun Lee, Jung Bong Kim and Eun Seok Choi. Ultrasonography-guided reduction of pediatric radial neck fractures. *BMC Musculoskeletal Disorders* (2017) 18:516 DOI 10.1186/s12891-017-1891-8.

- [45] Bernardo Barcellos Terra, Tannus Jorge Sassine, Guilherme de Freitas Lima, Leandro Marano Rodrigues, David Victoria Hoffmann Padua, Anderson de Nadai Radial head fracture associated with posterior interosseous nerve injury ev bras ortop. 2016;5 1(6):725–729.
- [46] Çevik N., Cansabuncu G., Akalın Y., Otuzbir A., Öztürk A., Özkan Y. Functional and Radiological Results of Percutaneous K-Wire Aided Métaizeau Technique in the Treatment of Displaced Radial Neck Fractures in Children. Acta. Orthop. Traumatol. Turc. 2018;52:428–434. doi: 10.1016/j.aott.2018.07.007.
- [47] Daurka J, Chen A, Akhtar K, Kamineni S. Tardy posterior interosseous nerve palsy associated with radial head fracture:a case report. Cases J. 2009;2(1):22.2.
- [48] Pike JM, Athwal GS, Faber KJ, King GJ. Radial head fractures –an update. J. Hand. Surg. Am. 2009;34(3):557–65.
- [49] Zhang F.Y., Wang X.D., Zhen Y.F., Guo Z.X., Dai J., Zhu L.Q. Treatment of Severely Displaced Radial Neck Fractures in Children with Percutaneous K-Wire Leverage and Closed Intramedullary Pinning. Medicine. 2016;95:e2346. doi: 10.1097/MD.0000000000002346.
- [50] O'Brien PI. Injuries involving the proximal radial epiphysis. Clin Orthop Relat Res. 1965;41:51–58.
- [51] Kovar FM, Jaindl M, Thalhammer G, et al. Incidence and analysis of radial head and neck fractures. World J Orthop. 2013;4:80–84.
- [52] Jeffery CC. Fractures of the neck of the radius in children. Mechanism of causation. J Bone Joint Surg. 1972;54:717–719.
- [53] Morrey BF. The Elbow and its Disorders. PA: WB Saunders Co; 1993.
- [54] Weinberg AM, Tscherne H. Unfallchirurgie im Kindesalter. Berlin, PA: Springer; 2006.
- [55] Waters PM, Stewart SL. Radial neck fracture nonunion in children. J Pediatr Orthop. 2001;21:570–576.
- [56] Weber BG, Brunner C, Freuler F. Die Frakturbehandlung bei Kindern und Jugendlichen. Berlin, PA: Springer; 1979.

- [57] Chotel F, Vallese P, Parot R, et al. Complete dislocation of the radial head following fracture of the radial neck in children: the Jeffery type II lesion. *J Pediatr Orthop B*. 2004;13:268–274.
- [58] Kassur T, Iwanicki T, Mendyk J, Kocoń H, Korycki M, Podsiadłowski J. Złamania okolicy stawu łokciowego u dzieci – rozpoznawanie, ocena i leczenie. *Urazy łokcia u dzieci. Materiały z XIV Jednodniówki Sekcji Dziecięcej Chirurgii Urazowej PTChDz*. Warszawa 1988:5-15.
- [59] Zdun H, Manikowski W, Soszyńska-Romanowska E.: Kształtowanie się bliższego końca kości promieniowej po złamaniach w wieku dziecięcym. *Pol. Hand Surg*. 1999 (1):13-20.
- [60] Christiane Krupp Matthias Königshausen Thomas A. Schildhauer Marcel Dudda. Isolated pediatric radial head and neck fractures. A rare injury. Analysis and follow up of 19 patients. *Injury* Volume 46, Supplement 4, October 2015, Pages S10-S16.
- [61] Kaufman B, Rinott MG, Tanzman M. Closed reduction of fractures of the proximal radius in children. *J Bone Joint Surg Br* 1989; 71:66 – 67.
- [62] Brandao GF, Soares CB, Teixeira LE, et al. Displaced radial neck fractures in children: association of the Metaizeau and Bohler surgical techniques. *J Pediatr Orthop*. 2010;30:110–114.
- [63] Novoth B , Fekete K , Hargitai E . Die perkutane intramedulläre Reposition und Stabilisierung dislozierter Radiushalsfrakturen im Wachstumsalter . *Operat Orthop Traumatol* 2002; 14:313–322.
- [64] Neher CG, Torch MA. New reduction technique for severely displaced pediatric radial neck fractures. *J Pediatr Orthop*. 2003;23:626–628.
- [65] Wang J., Chen W., Guo M., Su Y., Zhang Y. Percutaneous Reduction and Intramedullary Fixation Technique for Displaced Pediatric Radial Neck Fractures. *J. Pediatr. Orthop. Part B*. 2013;22:127–132. doi: 10.1097/BPB.0b013e32835b5700.
- [66] Manish Kiran, Colin Bruce, Harvey George, Neeraj Garg, Roger Walton. Intramedullary devices in the management of Judet III and IV paediatric radial neck fractures. *Chinese Journal of Traumatology* 21 (2018) 34-37.

- [67] Monson R., Black B., Reed M. A New Closed Reduction Technique for the Treatment of Radial Neck Fractures in Children. *J. Pediatr. Orthop.* 2009;29:243–247. doi: 10.1097/BPO.0b013e3181990745.
- [68] Fowles J.V., Kassab M.T. Observations Concerning Radial Neck Fractures in Children. *J. Pediatr. Orthop.* 1986;6:51–57. doi: 10.1097/01241398-198601000-00011.
- [69] Tarallo L, Mugnai R, Fiacchi F, Capra F, Catani F. Management of displaced radial neck fractures in children: percutaneous pinning vs. elastic stable intramedullary nailing. *J. Ortop. Traumatol.* 2013 Dec; 14(4); 291-297. DOI 10.1007/s10195-013-0252-0.
- [70] <https://surgicaleducation.wustl.edu>.
- [71] <https://www.aofoundation.org/>
- [72] Tibone J., Stoltz M. Fractures of the Radial Head and Neck in Children. *J. Bone Jt. Surg.* 1981;63:100–106. doi: 10.2106/00004623-198163010-00013.
- [73] Javed A, Guichet JM. Arthrography for reduction of a fracture of the radial neck in a child with a non-ossified radial epiphysis. *J Bone Joint Surg Br.* 2001;83:542–543.
- [74] Sandmann G., Crönlein M., Neumaier M., Beirer M., Buchholz A., Stöckle U., Biberthaler P., Siebenlist S. Reduction and stabilization of radial neck fractures by intramedullary pinning: a technique not only for children. (2016), 21:15 *European Journal of Medical Research* DOI 10.1186/s40001-016-0210-4.
- [75] Song KS, Kim BS, Lee SW. Percutaneous leverage reduction for severely displaced radial neck fractures in children. *J Pediatr Orthop.* Volume 35, Number 4, June 2015;35:e26–e30.
- [76] Cha SM, Shin HD, Kim KC, et al. Percutaneous reduction and leverage fixation using K-wires in paediatric angulated radial neck fractures. *Int Orthop* 2012;36:803–9. DOI 10.1007/s00264-011-1387-3.
- [77] Angelov A. A new method for treatment of the dislocated radial neck fractures in children. In: Chapchal G, ed. 9th international symposium on topical problems in orthopaedic surgery, Lausanne. Stuttgart, etc : Georg Thieme Verlag, 1981 :192-4.
- [78] Feray C. Méthode originale de réduction "peu sanglante" des fractures graves de la tete radiale chez l'enfant. *La Presse Medicale* 1969; 77:2155-6.

- [79] Jones E, Esah M. Displaced fractures of the neck of the radius in children. *J Bone Joint Surg* 1971 ;53:423—39.
- [80] Lindham S, Hugosson C. The significance of associated lesions including dislocation in fractures of the neck of the radius in children. *Acta Orthop Scand* 1979;50:79—83.
- [81] Reidy JA, Van Gorder GW. Treatment of displacement of the proximal radial epiphysis. *J Bone Joint Surg [Am]*.1963;45;1355-72.
- [82] Suda A, Abou-Nouar G., Jazzazi M. Treatment of radial neck fracture in a child after delayed dislocation by intramedullarypinning – a case report. *JOURNAL OF THE ROYAL MEDICAL SERVICES* March 2017; 24(1):79-82/DOI: 10.12816/0034775.
- [83] Gagliardi IC, Mouraria GG, Funayama B, Kikuta FK, Cruz MA, Zoppi Filho A. Evaluation of children with radial neck fractures treated with flexible intramedullary nail. *Acta Ortop Bras.* [online]. 2016;24(2):81-4. Available from URL: <http://www.scielo.br/aob>. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1413-785220162402154788>.
- [84] Bernstein SM, McKeever P, Bernstein L. Percutaneous reduction of displaced radial neck fractures in children. *J. Pediatr. Orthop.* 1993;13(1):85e88.
- [85] Gagliardi Ida C, Mouraria GG, Funayama B, Kikuta FK, Cruz MA, Zoppi A. Evaluation of children with radial neck fractures treated with flexible intramedullary nail. *Acta Ortop. Bras.* 2016 Mar-Apr; 24(2), 81-84.
- [86] Laer L, Pirwitz A, Vocke AK. Post-traumatic problem cases involving the elbow in children. *Orthopäde* 1997;26:1030–1036.
- [87] Henrikson B. Isolated Fractures of the Proximal End of the Radius in Children. Epidemiology, Treatment and Prognosis. *Acta Orthop. Scand.* 1969;40:246–260. doi: 10.3109/17453676908989505.
- [88] Jong Yun Kim, Jeong Woo Kim, Jong Myoung Lee, Sung Hyun Lee, Hang Hwan Cho, Joung Kyue Han, Se Jin Kim. Arthroscopic treatment of radial neck fractures in children: a technical note. <https://doi.org/10.14517/aosm16013> pISSN 2289-005X·eISSN 2289-0068.
- [89] Rodriguez Merchan E. Percutaneous Reduction of Displaced Radial Neck Fractures in Children Nov. *J. Trauma.* 1994;37:812–814. doi: 10.1097/00005373-199411000-00018.

- [90] Futami TT, Tsukamoto YY, Itoman MM. Percutaneous reduction of displaced radial neck fractures. *J Shoulder Elbow Surg.* 1995 May-Jun;4(3):162-7.
- [91] Basmajian HG, Choi PD, Huh K, et al. Radial neck fractures in children: experience from two level-1 trauma centers. *J Pediatr Orthop B.* 2014;23:369–374.
- [92] Cossio A., Cazzaniga C., Gridavilla G., Gallone D., Zatti G. Paediatric Radial Neck Fractures: One-Step Percutaneous Reduction and Fixation. *Injury.* 2014;45:S80–S84. doi: 10.1016/j.injury.2014.10.028.
- [93] Salter RB, Harris WR. Injuries involving epiphyseal plate. *J Bone Joint Surg* 1963; 45-A:587.
- [94] Tachdjian MO. *Pediatric orthopedics.* Philadelphia: Saunders; 1990. pp. 3136–3145.
- [95] Metaizeau JP, Prevot J, Schmitt M. Reduction and fixation of fractures of the neck of the radius by centro-medullary pinning. Original technique. *Rev Chir Orthop* 1980; 66:47–49.
- [96] Massetti D, Marinelli M, Facco G, Falcioni D, Giampaolini N, Specchia N, Gigante AP. Percutaneous k-wire leverage reduction and retrograde transphyseal k-wire fixation of angulated radial neck fractures in children. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2020 Jul;30(5):931-937. doi:10.1007/s00590-020-02654-x. Epub 2020 Mar 14. PMID: 32172375.
- [97] Du X., Yu L., Xiong Z., Chen G., Zou J., Wu X., Xiong B., Wang B. Percutaneous leverage reduction with two Kirschner wires combined with the Metaizeau technique versus open reduction plus internal fixation with a single Kirschner-wire for treating Judet IV radial neck fractures in children. *Journal of International Medical Research* 0(0) 1–11 The Author(s) 2019 Article reuse guidelines:sagepub.com/journals-permissions DOI:10.1177/0300060519825990.

- [98] Choi W, Han K, Lee D., Lee G., Kweon H., Cho J. Stepwise Percutaneous Leverage Technique to Avoid Posterior Interosseous Nerve Injury in Pediatric Radial Neck Fracture. *J. Orthop. Trauma.* 2017 May;31(5):e151-e157. doi: 10.1097/BOT.0000000000000790.
- [99] Biyani A., Mehara A., Bhan S. Percutaneous Pinning for Radial Neck Fractures. *Injury.* 1994;25:169–171. doi: 10.1016/0020-1383(94)90155-4.
- [100] Al-Aubaidi et al. Radial neck fractures in children treated with the centromedullary Metaizeau technique/ *Injury, Int. J. Care Injured* 43 (2012) 301–305 doi:10.1016/j.injury.2011.08.001.
- [101] Qiao F., Jiang F. Closed reduction of severely displaced radial neck fractures in children *BMC Musculoskeletal Disorders* (2019) 20:567. <https://doi.org/10.1186/s12891-019-2947-8>.
- [102] Khaled Edris Abdelrahman Ghonim, Adel Abdelazem Ahmed Salem, Mahmoud Elsayed Elbadawy Thabet, Fuad Khallefah Ali. Closed Treatment of Displaced Fracture Neck of Radius in Children by Metaizeau Technique *The Egyptian Journal of Hospital Medicine* (July2022) Vol. 88, Page 2337-2343. DOI:10.21608/ejhm.2022.235959.
- [103] Kumar S., Mishra A., Odak S., Dwyer J. Treatment principles, prognostic factors and controversies in radial neck fractures in children: A systematic review. *Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma* 11 (2020) S456eS463.
- [104] Tanagho A., Ansara S. Percutaneous Reduction and Fixation Using Two K-Wires in Paediatric Angulated Radial Neck Fractures. *J. Hand Microsurg.* 2016;7:314–316. doi: 10.1007/s12593-015-0199-x.
- [105] Nicholson L., Skaggs D. proximal radius fractures in children. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons* Oct 1, 2019, Vol 27, No19.