

Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu

Witold Miaśkiewicz

Wyniki leczenia złamań nadkłykciowych  
kości ramiennej u dzieci  
pierwotną przezskórną stabilizacją  
drutami Kirschnera

Rozprawa doktorska na stopień  
doktora nauk medycznych

Promotor pracy:  
dr hab. n. med. Przemysław Mańkowski

Katedra i Klinika Chirurgii, Traumatologii i Urologii Dziecięcej

Poznań 2015 r.

*Serdecznie dziękuję  
dr hab. med. Przemysławowi Mańkowskiemu  
za nieocenioną pomoc i opiekę w realizacji pracy naukowej.*

*Dziękuję mojemu wieloletniemu Ordynatorowi  
dr n. med. Antoniemu Sukiennickiemu  
za życzliwość i stworzenie warunków,  
w których mogłem realizować się zawodowo.*

## WYKAZ STOSOWANYCH SKRÓTÓW:

<b>PPSDK</b>	pierwotna przezskórna stabilizacja drutami Kirschnera
<b>ZNKR</b>	złamanie nadkłykciowe kości ramiennej
<b>TK</b>	tomografia komputerowa
<b>MR</b>	rezonans magnetyczny
<b>PNF</b>	Proprioceptive Neuromuscular Facilitation
<b>ISOM</b>	International Standard Orthopedic Measurements
<b>SFTR</b>	sagital, frontal, transverse, rotation
<b>USG Doppler</b>	ultrasonografia metodą Dopplera
<b>ESIN</b>	elastic stable intramedullary nailing

# SPIS TREŚCI

---

<b>1.</b>	<b>Wstęp</b>	<b>5</b>
1.1.	Wprowadzenie	5
1.2.	Definicja i epidemiologia złamań nadkłykciowych kości ramiennej	5
1.3.	Anatomia dalszego końca kości ramiennej	7
1.4.	Patomechanizm złamań nadkłykciowych kości ramiennej	12
1.5.	Diagnostyka obrazowa i klasyfikacja złamań nadkłykciowych kości ramiennej	14
1.6.	Przebieg procesów zrostu złamanej kości w znkr u dzieci	18
1.7.	Metody leczenia złamań nadkłykciowych kości ramiennej	22
1.8.	Rehabilitacja po leczeniu złamań nadkłykciowych kości ramiennej u dzieci	24
<b>2.</b>	<b>Założenia i cele pracy</b>	<b>25</b>
2.1.	Uzasadnienie podjęcia tematu	25
2.2.	Szczegółowe cele pracy	25
<b>3.</b>	<b>Materiał i metodyka badań</b>	<b>26</b>
3.1.	Kryteria doboru pacjentów do grupy badawczej	26
3.2.	Charakterystyka materiału	27
3.3.	Metodyka badań	28
<b>4.</b>	<b>Wyniki badań</b>	<b>36</b>
4.1.	Wyniki oceny zakresów ruchów wg systemu SFTR oraz sprawności kończyny górnej po zakończonym leczeniu	36
4.2.	Wyniki oceny bólu wg skali FAS	40
4.3.	Wyniki badań radiologicznych po zakończonym leczeniu operacyjnym znkr	42
4.4.	Analiza czasu hospitalizacji	44
4.5.	Analiza badania satysfakcji pacjentów po zakończonym leczeniu	46
<b>5.</b>	<b>Dyskusja</b>	<b>48</b>
<b>6.</b>	<b>Wnioski</b>	<b>57</b>
<b>7.</b>	<b>Streszczenie</b>	<b>58</b>
7.1	Wstęp	58
7.2	Cel pracy	58
7.3.	Materiał i metodyka	58
7.4.	Wyniki	59
7.5.	Wnioski	59
<b>8.</b>	<b>Abstract</b>	<b>61</b>
8.1.	Introduction	61
8.2.	The aim of research	61
8.3.	Material and methods	61
8.4.	Results	61
8.5.	Conclusions	62
<b>9.</b>	<b>Piśmiennictwo</b>	<b>63</b>
<b>10.</b>	<b>Spis Tabel i Rycin</b>	<b>67</b>
	Spis Tabel	67
	Spis Rycin	67

# 1. WSTĘP

---

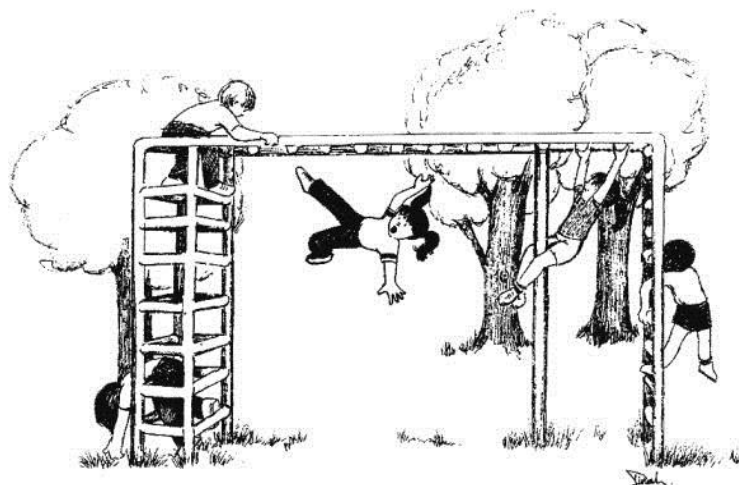
## 1.1. Wprowadzenie

Złamanie nadkłykciowe kości ramiennej (znkr) u dzieci jest najczęstszym typem złamania w obrębie nasady dalszej kości ramiennej [23]. Zdecydowana większość pacjentów, u których dochodzi do znkr wymaga repozycji odłamów. Wielopłaszczyznowa mechanika funkcji stawu łokciowego determinuje anatomiczne nastawienie odłamów. Dodatkowo możliwe powikłania naczyniowe i neurologiczne tych złamań mogą stwarzać dalsze trudności w planowaniu i prowadzeniu leczenia. Metody leczenia nieoperacyjnego obejmują repozycję złamania z unieruchomieniem zewnętrznym lub bezpośredni wyciąg szkieletowy [72]. Pacjenci, u których doszło do całkowitego lub rotacyjnego przemieszczenia odłamów kostnych wymagają leczenia operacyjnego celem uzyskania stabilnej repozycji [17,65,61]. Celem leczenia operacyjnego jest zabezpieczenie odłamów przed wtórnym przemieszczeniem, jak również wczesne wdrożenie zabiegów rehabilitacyjnych. Nie bez znaczenia jest wyraźne zmniejszenie dolegliwości bólowych u dziecka w okresie okołoperacyjnym, jak również krótki czas hospitalizacji pacjentów poddanych pierwotnej przezskórnej stabilizacji drutami Kirschnera (ppsdK). Odnotowuje się również wyraźny spadek i normalizację ciśnienia wewnątrz przedziałów międzypowięziowych przedramienia bezpośrednio po operacyjnej, anatomicznej repozycji znkr. [8]. Spośród metod leczenia operacyjnego największą popularność zyskała przezskórna stabilizacja drutami Kirschnera. Pomimo, że nie stwierdzono istotnych różnic w sposobie wprowadzania drutów Kirschnera, ważny wydaje się sposób pierwotnego zaopatrzenia znkr i czas, który upłynął od urazu do momentu wdrożenia leczenia operacyjnego [9,21,25,55,67].

## 1.2. Definicja i epidemiologia złamań nadkłykciowych kości ramiennej

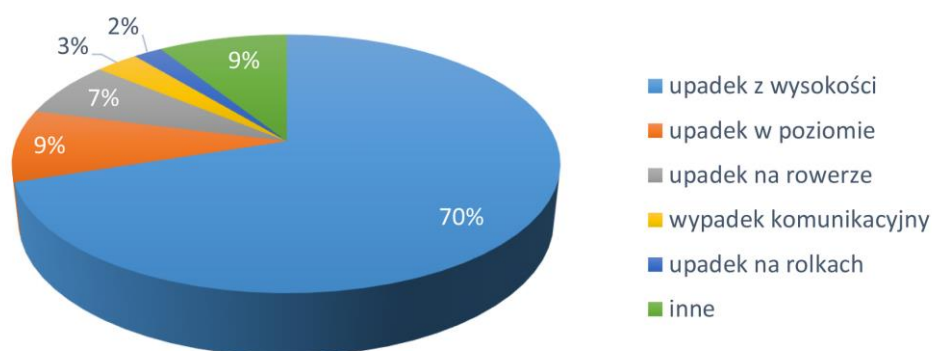
Złamania nadkłykciowe kości ramiennej (znkr) należą do najczęstszych złamań okolicy stawu łokciowego u dzieci, obejmującym przeszło 50% wszystkich obrażeń tej okolicy [23]. Dodatkowo stanowią 3–7% wszystkich złamań wieku dziecięcego [14]. U dzieci znkr przebiegają typowo pozastawowo, obejmując płaską część nasady dalszej kości ramiennej pomiędzy dołem wyrostka łokciowego, a dołem dziobiastym. U młodzieży i osób dorosłych znkr może mieć lokalizację wewnątrzstawową, gdzie typ złamania określamy według klasyfikacji AO (*Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen*) [71].

Znkr dominują w grupie wiekowej od 3 do 10 lat, ze szczególnym nasileniem między 5 a 8 rokiem życia [23,60]. Stwierdzono, że dwukrotnie częściej złamanie to dotyka chłopców.



Ryc. 1. Kilkuletnie dziecko upadające z wysokości na wyprostowaną i niedominującą kończynę górną [14]

Z uwagi na anatomie topograficzną stawu łokciowego znkr często współlistnieją z urazami nerwów i naczyń [2,23,27,38]. Najczęściej opisywany mechanizm znkr to upadek z wysokości na wyprostowaną w stawie łokciowym kończynę górną – 70% (ryc. 1). Inne przyczyny to upadek poziomy – 9%, upadek podczas jazdy na rowerze – 7%, wypadki komunikacyjne – 3%, upadek na rolkach – 2%. Inne przyczyny stanowią ogółem 9% (ryc. 2).



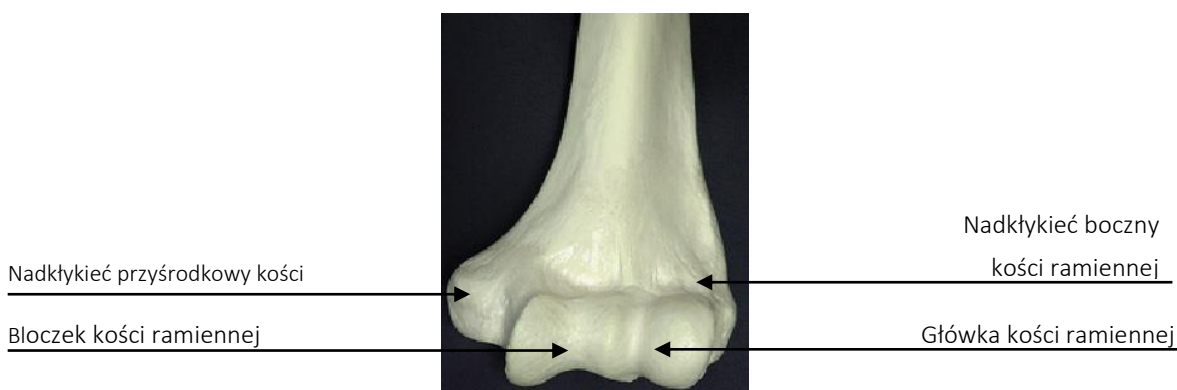
Ryc. 2. Przyczyny urazu w złamaniu nadkłykciowym kości ramiennej u dzieci

Blisko  $\frac{3}{4}$  pacjentów ze znkr wymaga po urazie leczenia szpitalnego celem repozycji złamania lub leczenia operacyjnego. Chociaż wyniki leczenia znkr u dzieci są na ogół dobre, to mogą powodować również poważne następstwa takie, jak: długotrwałe ograniczenie sprawności kończyny, pourazowe bóle jak również zaburzenie osi kończyny w konsekwencji różnych form uszkodzenia strefy wzrostowej [35]. Rzadko ze znkr współlistnieją złamania innych kości w obrębie tej samej kończyny (< 5%) [51].

### 1.3. Anatomia dalszego końca kości ramiennej

Dla właściwego leczenia znkr konieczna jest znajomość anatomii kompleksu stawu łokciowego i jego biomechaniki. Kość ramienna połączona jest z przedramieniem za pomocą stawu ramiennie-łokciowego i ramiennie-promieniowego (ryc. 3).

Staw ramiennie-łokciowy jest utworzony przez bloczek kości ramiennej i wcięcie łokciowe kości łokciowej. Jest to tzw. staw zawiasowy, w którym zachodzą ruchy zginania i prostowania przedramienia. Przy kończynie wyprostowanej wyrostek łokciowy wchodzi do dołu wyrostka łokciowego kości ramiennej, hamując dalsze prostowanie. Zgięcie natomiast hamuje wyrostek dziobiasty, wchodzący do dołu leżącego na powierzchni przedniej kości ramiennej [49]. Przy wyprostowanej kończynie górnej wyrostek łokciowy i nadkłykie kości ramiennej leżą w jednej linii, natomiast przy zgiętym stawie łokciowym punkty te tworzą trójkąt równoramienny. Zaburzenia w tym układzie świadczą zwichnięciu stawu lub złamaniu nadkłykciowym kości ramiennej [47].

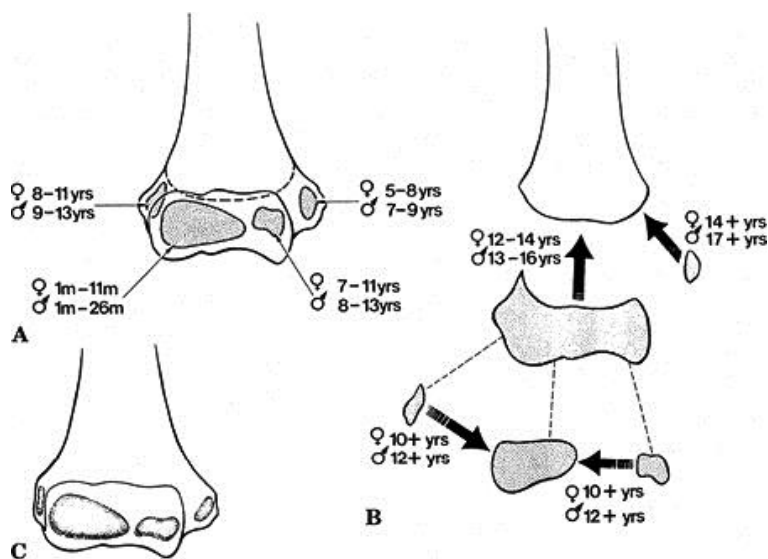


Ryc. 3. Budowa nasady dalszej kości ramiennej od strony powierzchni przedniej

Staw ramiennie-promieniowy tworzą główka kości ramiennej i głowa kości promieniowej, która jest wydrążona i stanowi panewkę stawu. Jest to tzw. staw kulisty, posiadający dwie osie – poprzeczną i pionową.

Torebka stawowa przyczepia się od przodu do górnej granicy dołu wyrostka dziobiastego kości łokciowej, a z tyłu do górnej granicy dołu wyrostka łokciowego. Na kości promieniowej torebka przyczepia się dookoła szyjki powyżej guzowatości kości promieniowej. Na kości ramiennej torebka przyczepia się w ten sposób, że oba nadkłykie położone są pozastawowo. Pomiędzy błoną włóknistą torebki a błoną maziową znajdują się skupienia tkanki tłuszczowej, lokalizując się od przodu i z tyłu przynasady dalszej kości ramiennej. Jest ona odpychana przez krwiak towarzyszący drobnym złamaniami, co odgrywa pomocniczą rolę w ich wykrywaniu. Należy pamiętać, że w odcinkach dalszym kości ramiennej i bliższych kości łokciowej i promieniowej w różnym okresie życia dziecka występują punkty kostnienia dla poszczególnych części nasad tych kości,

a zakończenie okresu kostnienia nasady dalszej kości ramiennej następuje około 14–16 roku życia (ryc. 4, tab. 1) [6,27,47].



Ryc. 4. Schemat punktów kostnienia w obrębie nasady dalszej kości ramiennej w odniesieniu do wieku dziecka [27]

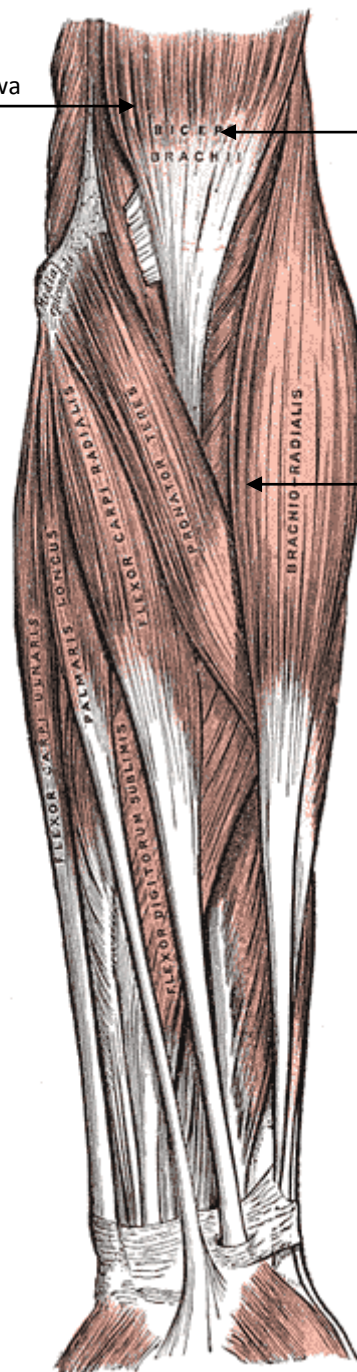
Tab. 1. Punkty kostnienia w stawie łokciowym

Punkty kostnienia	Wiek w latach
Główka kości ramiennej	1-2
Głowa kości promieniowej	2-4
Nadkłykieć przyśrodkowy kości ramiennej	4-6
Błoczek kości ramiennej	6-8
Wyrostek łokciowy	8-10
Nadkłykieć boczny kości ramiennej	10-12

W okolicy stawu łokciowego przyczepia się i przebiega kilkanaście mięśni, które wzmacniają staw, ale w sytuacji znkr powodują przemieszczenia odłamów lub są powodem interpozycji utrudniających poprawną repozycję odłamów. Są to m.in. mięsień dwugłowy ramienia, mięsień ramiennie-promieniowy i mięsień trójgłowy ramienia (ryc. 5, tab. 2) [49].



M. trójgłowy ramienia – głowa przyśrodkowa



M. dwugłowy ramienia

M. ramiennie-promieniowy

Ryc. 5. Anatomia najważniejszych struktur mięśniowych w okolicy stawu łokciowego [74]

Tab. 2. Działanie mięśni stawu łokciowego

<b>Mięsień</b>	<b>Przyczep początkowy</b>	<b>Przyczep końcowy</b>	<b>Funkcja</b>
Ramienny	Powierzchnia przednia kości ramiennej, przegrody mięśniowe ramienia	Guzowatość kości łokciowej	Zgięcie łokcia
Dwugłowy ramienia	Głowa długa-guzek nadpanewkowy łopatki Głowa krótka-wyrostek kruczy łopatki	Guzowatość kości promieniowej	Zgięcie łokcia Supinacja przedramienia
Ramiennie-promieniowy	Powierzchnia boczna kości ramiennej, przegroda międzymięśniowa boczna ramienia	Wyrostek rylcowaty kości promieniowej	Zgięcie łokcia
Trójgłowy	Głowa długa-guzek podpanewkowy łopatki Głowa boczna-powierzchnia tylna trzonu kości ramiennej Głowa przyśrodkowa- powierzchnia tylna kości ramiennej i przegrody międzymięśniowej ramienia	Wyrostek łokciowy kości łokciowej	Wyprost łokcia
Łokciowy	Nadkłykieć boczny kości ramiennej	Brzeg tylny kości łokciowej	Wyprost łokcia
Odwracacz przedramienia	Nadkłykieć boczny kości ramiennej	Guzowatość kości promieniowej	Supinacja przedramienia
Zginacz promieniowy nadgarstka	Nadkłykieć przyśrodkowy kości ramiennej	Podstawa II kości śródreżcza	Zgięcie nadgarstka Zgięcie łokcia
Zginacz łokciowy nadgarstka	Nadkłykieć przyśrodkowy kości ramiennej i brzeg tylny kości łokciowej	Podstawa V kości śródreżcza	Pronacja przedramienia
Prostownik promieniowy nadgarstka długi	Brzeg boczny kości ramiennej i nadkłykcia bocznego	Podstawa II kości śródreżcza	Wyprost nadgarstka
Prostownik promieniowy nadgarstka krótki	Nadkłykieć boczny kości ramiennej	Podstawa III kości śródreżcza	Wyprost nadgarstka
Nawrotny obły	Nadkłykieć przyśrodkowy kości ramiennej i wyrostek dziobiasty kości łokciowej	Brzeg boczny kości promieniowej	Pronacja przedramienia Zgięcie łokcia
Prostownik łokciowy nadgarstka	Nadkłykieć boczny kości ramiennej i brzeg tylny kości łokciowej	Podstawa V kości śródreżcza	Wyprost nadgarstka

Głównym naczyniem tętniczym zaopatrującym dalszy koniec kości ramiennej jest tętnica ramienna (ryc. 6). Oddaje następujące gałęzie:

1. tętnica głęboka ramienia – zaopatruje tylną grupę mięśni ramienia i oddaje gałęzie do sieci tętniczej łokcia
  - gałęzie mięśniowe
  - tętnica odżywcza ramienia
  - gałąź naramienna
  - tętnica poboczna środkowa
  - tętnica poboczna promieniowa
2. tętnica poboczna łokciowa górna – oddaje gałęzie mięśniowe i gałąź do sieci tętniczej łokcia
3. tętnica poboczna łokciowa dolna – oddaje gałęzie do sieci tętniczej łokcia
4. tętnica łokciowa – końcowa gałąź tętnicy ramiennej, zaopatruje przedramię i rękę
5. tętnica promieniowa – końcowa gałąź tętnicy ramiennej, zaopatruje przedramię i rękę

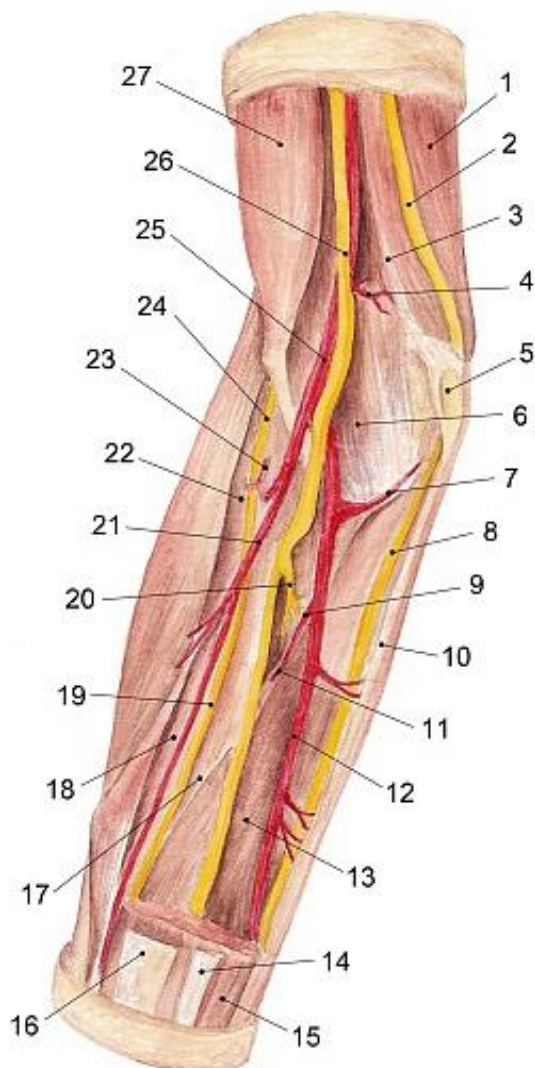
Głębokie żyły ramienia odpowiadają tętnicom i uchodzą do żył ramiennych, które łącząc się dają początek żył pachowej.

W znkr bardzo istotną rolę odgrywa topografia nerwów ramienia, które mogą ulec uszkodzeniu w wyniku samego urazu lub jako następstwo urazów jatrogennych związanych z leczeniem znkr (ryc. 6) [13,36,38,70].

W okolicy stawu łokciowego przebiegają następujące pnie nerwowe:

1. Nerw pośrodkowy biegnie środkiem ramienia i przedramienia, początkowo po bocznej stronie tętnicy ramiennej, a w połowie ramienia przechodzi na jej przyśrodkową stronę. W zgięciu łokciowym leży na mięśniu ramiennym, pod rozciągniętym mięśniem dwugłowym.
2. Nerw łokciowy biegnie początkowo przyśrodkowo do tętnicy ramiennej, a w połowie ramienia odchodzi ku tyłowi skośnie do powierzchni głowy przyśrodkowej mięśnia trójgłowego i ostatecznie układa się w bruździe nerwu łokciowego na nadkłykcium przyśrodkowym kości ramiennej.
3. Nerw promieniowy przebiega wraz z tętnicą głęboką ramienia na powierzchni tylnej kości ramiennej, układając się w bruździe nerwu promieniowego między głowami przyśrodkową i boczną mięśnia trójgłowego. Następnie po przebicciu przegrody międzymięśniowej bocznej przechodzi na przednią powierzchnię nadkłykcia bocznego kości ramiennej, gdzie dzieli się na gałąź powierzchowną i głęboką.
4. Nerw mięśniowo-skróny przebiega od bocznej strony ramienia skośnie między mięśniem dwugłowym i ramiennym. Powyżej stawu łokciowego i bocznie do mięśnia

dwugłowego wychodzi spod powięzi ramienia i biegnie na powięzi przedramienia jako nerw skórny przedramienia boczny.



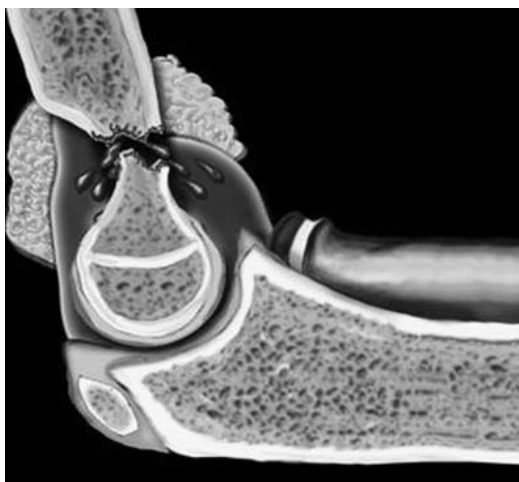
Ryc. 6. Tętnice i nerwy okolice łokcia na powierzchni przedniej [74]

1 – m. trójgłowy ramienia, 2 – n. łokciowy, 3 – przegroda m/m przyśrodkowa, 4 – t. poboczna łokciowa dolna, 5 – nadkłykiec przyśrodkowy, 6 – m. ramienny, 7 – t. wsteczna łokciowa, 8 – n. łokciowy, 9 – t. międzykostna wspólna, 10 – m. zginacz nadgarstka łokciowy, 11 – t. międzykostna przednia, 12 – t. łokciowa, 13 – m. zginacz palców głęboki, 14 – ścięgno m. dłoniowego długiego, 15 – m. zginacz pow. palców, 16 – ścięgno m. zginacza nadgarstka promieniowego, 17 – m. zginacz długi kciuka, 18 – m. prostownik promieniowy nadgarstka krótki, 19 – gałąź powierzchowna n. promieniowego, 20 – n. międzykostny przedni przedramienia, 21 – t. promieniowa, 22 – m. prostowniki promieniowy nadgarstka długi, 23 – t. wsteczna promieniowa, 24 – n. promieniowy, 25 – t. ramienna, 26 – n. pośrodkowy, 27 – m. dwugłowy ramienia

#### 1.4. Patomechanizm złamań nadkłykciowych kości ramiennej

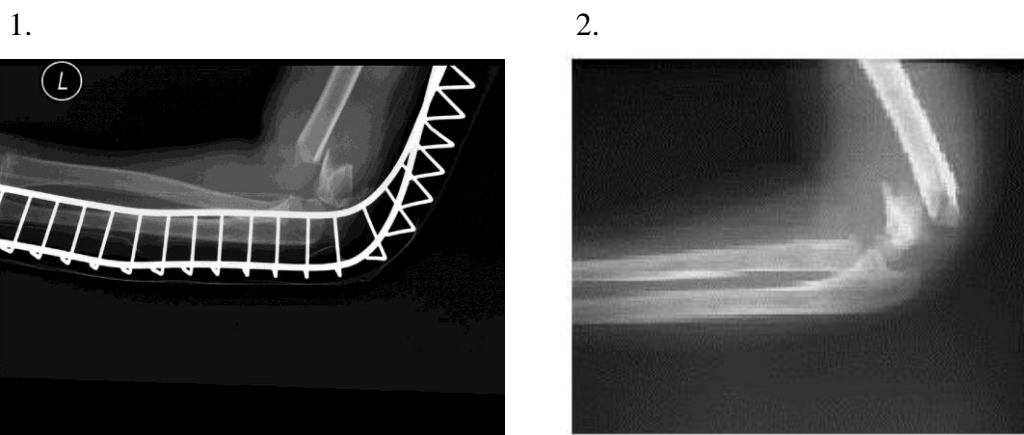
Do znkr dochodzi najczęściej podczas upadku na wyprostowaną w stawie łokciowym kończynę, w którym to ustawieniu nasada dalsza kości ramiennej pozbawiona jest

dodatkowego wzmocnienia przez więzadła, torebkę stawową i otaczające mięśnie [6,14,47,69]. Taki mechanizm dotyczy około 95% wszystkich znkr (ryc. 7). Przy takim ustawieniu kończyny wyrostek łokciowy uderza w blaszkę przynasady kości ramiennej powodując jej złamanie.



Ryc. 7. Schemat mechanizmu wyprostnego złamania nadkłykciowego kości ramiennej [75]

Odłam dalszy pociągany dogłównie „ułatwia” pełne złamanie z obrazem typowego skrócenia z dziobem kostnym odłamu bliższego. Jest to najczęściej spotykany obraz złamania wyprostnego, który występuje w około 95–98% przypadkach znkr (ryc. 8-1).



Ryc. 8. Złamanie nadkłykciowe kości ramiennej – typ wyprostny (1) i typ zgięciowy (2)

Wyjątkowo rzadko w mechanizmie upadku na zgiętą kończynę górną w stawie łokciowym dochodzi do typu zgięciowego znkr (ryc. 8-2).

Najczęściej dochodzi do pełnego złamania, z różnymi postaciami przemieszczeń kątowych i rotacyjnych, uzależnionych w dużej mierze od pociągania odłamów przez różne grupy mięśniowe, a także charakteru przełomu złamania – poprzeczny czy skośny (ryc. 9) [19,32,69,71].



Ryc. 9. Złamanie ndkr z przemieszczeniem III stopnia – widok z boku i AP

W znkr występuje stosunkowo duży odsetek powikłań, których powodem najczęściej są trudności w nastawieniu lub wtórne przemieszczenia odłamów. Do tych powikłań należą m.in. zrosty nieprawidłowe, uszkodzenie pni naczyniowo-nerwowych i przykurcz stawu.

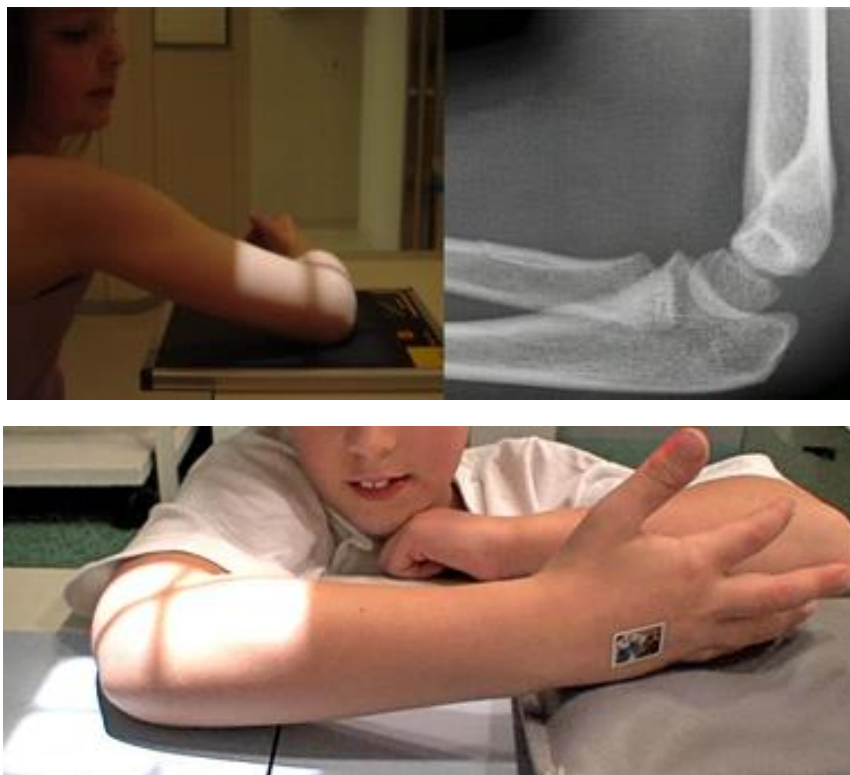
### 1.5. Diagnostyka obrazowa i klasyfikacja złamań nadkłykciowych kości ramiennej

Podstawowym badaniem diagnostycznym w rozpoznawaniu, klasyfikowaniu i rokowaniu w złamaniach nadkłykciowych kości ramiennej jest badanie radiologiczne. Prawdłowo wykonane zdjęcia rentgenowskie powinny obejmować okolicę złamania w 2 projekcjach – AP i bocznej.

1. projekcja AP – daje podstawowy obraz złamania, który jest oceniany w pierwszej kolejności. W celu uzyskania projekcji AP kładzie się kasetę na brzegu stołu, pacjent układa na niej ramię ze zgiętym przedramieniem. Promień rentgenowski przebiega przez staw łokciowy pod kątem  $45^\circ$  do linii biegnącej pionowo przez kasetę – tzw. projekcja rentgenowska wg Jonsa.
2. projekcja boczna – wykonanie projekcji bocznej nie wiąże się z dodatkowym dyskomfortem dla pacjenta i prawie zawsze jest możliwe do wykonania (rycina 10).

Innymi rzadziej wykorzystywanymi metodami diagnostycznymi są tomografia komputerowa (TK) lub rezonans magnetyczny (MR).

W przypadku wyraźnych zaburzeń naczyniowych można wykonać arteriografię lub badanie ultrasonograficzne metodą Dopplera [53].






Ryc. 10. Prawidłowe ułożenie kończyny górnej do wykonania projekcji bocznej stawu łokciowego

Skala następstw po przebytych zkr zależy od typu złamania, a co za tym idzie stopnia ciężkości uszkodzenia. Najbardziej znaną klasyfikacją, opartą na stopniu przemieszczenia odłamu dalszego w złamaniu typu wyprostnego jest klasyfikacja Gartlanda, która w czytelny sposób wyróżnia trzy możliwe typy przemieszczenia odłamów. Po raz pierwszy została zaprezentowana w 1959 r. (tab. 3) [19].

## ZŁAMANIE NADKŁYKCIOWE KOŚCI RAMIENNEJ TYPU WYPROSTNEGO

### Klasyfikacja wg Gartlanda (1959)

Tab. 3. Klasyfikacja złamania nadkłykciowego kości ramiennej typu wyprostnego wg Gartlanda (1959)

Stopień przemieszczenia	Stosunek odłamów	RTG
Typ I	Bez przemieszczenia odłamów	
Typ II	Przemieszczenie złamania, ale z zachowanym kontaktem tylnej warstwy korowej; występuje nieznaczne zagięcie kątowe z rozwarciem szczeliny złamania ku przodowi; mogą występować niewielkie przemieszczenia rotacyjne	
Typ III	Całkowite przemieszczenia odłamów bez kontaktu z tylną warstwą korową o charakterze tylno-przyśrodkowym lub tylno-bocznym	

Powstała później na bazie klasyfikacji Gartlanda modyfikacja stworzona przez Wilkinsa dodatkowo dzieli typ II i typ III znkr na dwa podtypy. Jest to szczególnie istotne w typie II złamania, gdyż jednoznacznie determinuje sposób leczenia pacjenta (tab. 4) [69].

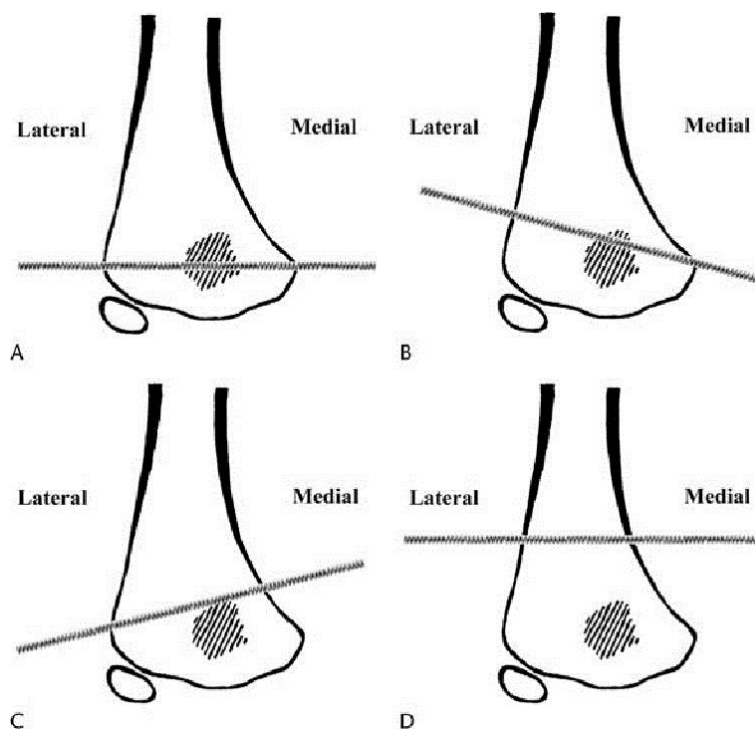


## ZŁAMANIE NADKŁYKCIOWE KOŚCI RAMIENNEJ TYPU WYPROSTNEGO Modyfikacja wg Wilkinsa (1984)

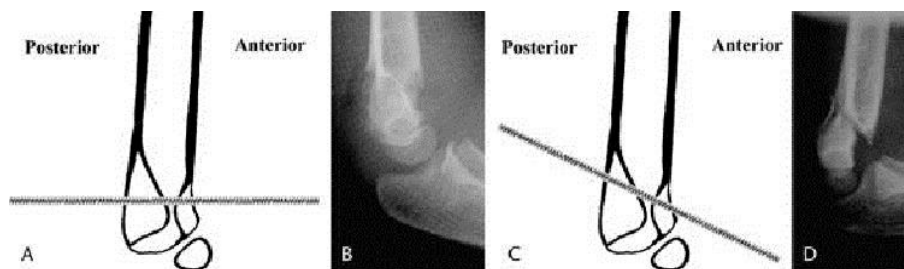
Tab. 4. Klasyfikacja złamania nadkłykciowego kości ramiennej typu wyprostnego wg Wilkinsa (1984)

Stopień przemieszczenia	Podtyp	Stosunek odłamów
Typ 1		Bez przemieszczenia odłamów
Typ 2	2A	Przemieszczenie złamania, ale z zachowanym kontaktem tylnej warstwy korowej, występuje tylko nieznaczne zagięcie kątowe z rozwarciem szczeliny złamania ku przodowi
	2B	Przemieszczenie złamania, ale z zachowanym kontaktem tylnej warstwy korowej, występuje zagięcie kątowe z rozwarciem szczeliny złamania ku przodowi oraz przemieszczenie rotacyjne
Typ 3	3A	Całkowite przemieszczenia odłamów bez kontaktu z tylną warstwą korową o charakterze tylnoprzyśrodkowym
	3B	Całkowite przemieszczenia odłamów bez kontaktu z tylną warstwą korową o charakterze tylnobocznym

Zarówno klasyfikacja wg Gartlanda jak jej modyfikacja nie obejmują podziału dotyczącego przebiegu przełomu złamania ze względu na umiejscowienie w stosunku do dołu wyrostka łokciowego (*fossa olecrani*) oraz płaszczyzny przełomu złamania –  $< 10^\circ$  lub  $> 10^\circ$  w projekcji przednio-tylnej oraz  $< 20^\circ$  lub  $> 20^\circ$  w projekcji bocznej. W projekcji przednio-tylnej możliwe są 4 warianty przebiegu przełomu złamania (ryc. 11). Natomiast w projekcji bocznej 2 warianty (ryc. 12). Stwierdzono większą częstotliwość występowania dodatkowych powikłań lub otwartych repozycji w wariantach skośnego przełomu  $> 10^\circ$  przyśrodkowo-bocznych i boczno-przyśrodkowych oraz  $> 20^\circ$  w bocznej projekcji. Niektórzy autorzy postulują wprowadzenie do tradycyjnego trzystopniowego podziału Gartlanda stopnia IV, który opisany jest jako wysokie poważne przemieszczenie odłamów bez ich kontaktu, nie mające jednak wpływu na stosowane leczenie ppsdK [15,32,37].



Ryc. 11. Warianty przebiegu szczeliny złamania w projekcji przednio-tylnej (Leitch i wsp. Department of Orthopaedic Surgery, The John Hopkins University, Baltimore) [32]



Ryc. 12. Warianty przebiegu szczeliny złamania w projekcji bocznej (Leitch i wsp. Department of Orthopaedic Surgery, The John Hopkins University, Baltimore) [32]

### 1.6. Przebieg procesów zrostu złamanej kości w znrk u dzieci

Gojenie złamania jest procesem polegającym na przywróceniu ciągłości kości poprzez wypełnienie szpary przełomu tkanką kostną, a nie blizną łącznotkankową, jak to ma miejsce w przypadkach gojenia ran tkanek miękkich. Wynikiem prawidłowo postępującego procesu zrostu złamania jest przywrócenie anatomicznej ciągłości kości i fizjologicznej czynności kończyny [66].

Możliwe są dwa warianty zrostu złamania. W przypadku złamań, w których w szparze przełomu nie dochodzi do żadnych napięć mechanicznych, dochodzi do pierwotnego, naczyniopochodnego zrostu, polegającego na wrastaniu, w miejscu złamania, naczyń krwionośnych, otoczonych komórkami mezenchymy, które następnie ulegają przekształceniu w tkankę kostną. Tę terminu jako pierwszy użył w 1914 roku Lane,

a w 1949 Danis, dla opisu złamań gojących się bez wyraźnie widocznej radiologicznie tworzącej się kostniny. W tym typie gojenia, szpara przełomu jest wypełniana bezpośrednio przez tkankę kostną, bez tworzenia tkanki łącznej czy chrzęstnej. Ponieważ do jego wystąpienia muszą być spełnione specyficzne warunki : pełna, anatomiczna repozycja odłamów kostnych, niewielkie uszkodzenie okolicznych tkanek miękkich i zapewnienie całkowitej stabilności w obrębie złamania, nie występuje on w przypadku przezskórnej stabilizacji drutami Kirschnera w znkr (tab. 5).

Większość złamań kości ulega procesowi **gojenia na podłożu chrzęstnym**, z wytworzeniem kostniny, która wypełnia szparę przełomu wskutek migracji i proliferacji nieodróżnionych komórek mezenchymalnych, z następującą jej mineralizacją i wytworzeniem tkanki kostnej. Taki obraz gojenia występuje w znkr [42].

W praktyce klinicznej, w zroście złamań kości, rozróżniamy **trzy fazy gojenia**:

1. **fazę zapalną** – trwającą 1-2 dni
2. **fazę reoperacji** – trwającą kilka tygodni
3. **fazę remodelowania** – trwającą do kilku lat

Według innych opracowań występuje **6 faz gojenia**:

1. **faza urazu** – okres bezpośrednio okołourazowy,
2. **faza indukcji** – okres aktywacji komórek biorących udział w procesie gojenia złamania czyli komórek okostnej, śródkostnej i osteocyty,
3. **faza zapalna**
4. **faza tworzenia kostniny miękkiej**
5. **faza tworzenia kostniny twardej** – fazy 4 i 5 stanowią wspólnie fazę reoperacji
6. **faza remodelowania**

W wyniku uszkodzenia kości i tkanek miękkich, w pierwszym okresie dominują procesy związane z efektem wynaczynienia krwi, formowania krwiaka pourazowego i miejscowym rozwojem reakcji zapalnej, co objawia się klinicznie bólem, obrzękiem i zaczerwienieniem. Uszkodzenie naczyń jest powodem występującego w okolicy złamania obszaru niedokrwienia kości, prowadzącego do powstania w jej okolicy strefy martwicy. Uwolnione z uszkodzonych tkanek i wynaczynionej krwi czynniki zapalne, powodują powstanie natychmiast po urazie procesu zapalnego. Podstawową funkcję spełnia aktywacja płytek krwi, w wyniku której dochodzi do uwolnienia czynników rozpoczynających procesy zapalne i procesy osteogenezy. Dochodzi do aktywacji osteoklastów, które migrują do miejsc uszkodzenia tkanki kostnej. Odmienne niż w przypadku gojenia tkanek miękkich, w kości nie dochodzi do organizacji krwiaka poprzez wrastanie naczyń krwionośnych, lecz następuje jego wypieranie przez narastającą kostninę. Jeśli krwiak ulegnie wyparciu w stronę jamy szpikowej lub otaczających kość tkanek miękkich, ulega on stopniowemu procesowi resorpcji

enzymatycznej i fagocytarnej. Pozostające w szparze przełomu fragmenty krwiaka, mogą utrudniać procesy zrostu.

Wnikające, od strony jamy szpikowej, naczynia krwionośne pochodzące z unaczynienia szpiku, zapewniają obfite unaczynienie powstającej w ten sposób kostniny.

Przy sztywnym unieruchomieniu powstaje stosunkowo mało kostniny, zaś przy zachowaniu dużych ruchów często dochodzi do uformowania dużej jej ilości. Zwykle warstwa ulegająca mineralizacji jest bardzo cienka – jednak wraz z rozwijaniem się kostniny, stopniowo postępuje jej mineralizacja, co wraz z postępującymi procesami angiogenetycznymi powoduje powstawanie tkanki kostnej o utkaniu beleczkowatym z dużą ilością naczyń krwionośnych.

Począwszy od drugiego tygodnia po złamaniu, tworzenie w szparze przełomu tkanki chrzęstnej uwarunkowane jest migracją i proliferacją obecnych w wewnętrznej warstwie okostnej chondroblastów.

Zapewnienie dobrego ukrwienia powoduje proces pierwotnego kostnienia. W przeciwnym wypadku dochodzi do kostnienia na podłożu chrzęstnym, co może nastąpić przy zachowaniu ruchów w szparze złamania lub w wyniku zakażenia. Istotne pozostają również czynniki ogólnoustrojowe, takie jak awitaminozy (zwłaszcza A, C, D), zaburzenia gospodarki węglowodanowej (cukrzyca) i przyjmowane przez chorego leki, np. sterydy. Brak prawidłowej mineralizacji prowadzi do wystąpienia zrostu opóźnionego (*malunion*), a w skrajnych wypadkach – do braku zrostu i po dłuższym okresie, powstania stawu rzekomego (*nonunion*).

W warunkach fizjologicznych, około 2/3 unaczynienia kości pochodzi z unaczynienia kanałów odżywczych – tylko 1/3 pochodzi z naczyń przeszywających okostną. Narastająca od strony śródkostnej kostnina jest bardzo dobrze unaczyniona, rzadko dochodzi do jej przemiany w kierunku tkanki chrzęstnej. Z reguły ulega ona bezpośredniej mineralizacji z wytworzeniem kości gąbczastej. Wraz z postępującym procesem mineralizacji, kostnina przekształca się w kość o utkaniu beleczkowatym, która ostatecznie zostaje zastąpiona strukturą kości zbitej. Wraz z zakończeniem tego procesu ulega zakończeniu faza reperacji.

Tab. 5. Klasyfikacja gojenia złamań kości długich wg McKibbin'a (1978)

Typ gojenia	Charakterystyka
<b>Typ I</b>	jest typem gojenia pojawiającym się w każdym przypadku reoperacji złamania. Polega na tworzeniu pierwotnej kostniny i przebiega w czasie pierwszych 2 tygodni po złamaniu. Kostnina jest tworzona w przestrzeni pomiędzy stykającymi się warstwami okostnej. Proces ten jest niezależny od wpływów mechanicznych (mikroruch) ani hormonalnych. Jest głównie uzależniony od istniejących w warstwie rozrodzkiej periosteum komórek kościotwórczych.
<b>Typ II</b>	przebiega w przypadkach, w których nie ma bezpośredniego kontaktu pomiędzy odłamami. Radiologicznie przebiega z wytworzeniem zewnętrznej kostniny. Proces ten jest w znacznym stopniu uzależniony od efektów piezoelektrycznych, pojawiających się w kości pod wpływem działających na nią sił zewnętrznych i miejscowych oraz lokalnych czynników hormonalnych. Do prawidłowego przebiegu wymaga obecności w okolicznych tkankach miękkich żywych komórek.
<b>Typ III</b>	przebiega przy wytworzeniu późnej kostniny (late medullary callus). Ma ona zdolność wypełniania ubytków kości tak długo, jak długo zachowana jest stabilizacja międzyodłamowa. Może jednak przebiegać zarówno w całkowicie sztywnej stabilizacji (zabezpieczającej występowanie jakichkolwiek ruchów), jak i przy zachowaniu mikroruchów. Tworzona kostnina jest niezależna od okolicznych tkanek miękkich – jej unaczynienie pochodzi od unaczynienia szpiku. W tym typie goją się złamania stabilizowane płytkami.
<b>Typ IV</b>	pierwotny zrost warstwy korowej przebiega przy całkowitym wyeliminowaniu ruchów międzyodłamowych i anatomicznym lub prawie anatomicznym ich ustawieniu. Przebiega powoli i wymaga całkowicie sztywnego unieruchomienia. Jest niezależny od otaczających szparę przełomu tkanek miękkich. Ten typ zrostu jest typem gojenia złamania poprzez remodelowanie kości.

Oczywistym czynnikiem, niezbędnym do wystąpienia zrostu, jest odpowiednie ustawienie odłamów i ich unieruchomienie. Przemieszczenie odłamów znacznie wydłuża czas powrotu funkcji kończyny, w niektórych przypadkach całkowicie uniemożliwiając wystąpienie procesu zrostu. Zadbanie o jak największy kontakt powierzchni odłamów złamanej kości jest obok odpowiedniego unieruchomienia, podstawowym zadaniem postępowania chirurgicznego.

Obserwacje kliniczne potwierdzają, że zachowanie mikroruchów w szparze przełomu sprzyja postępowaniu procesów zrostu, poprzez stymulowanie narastania kostniny.

Obecnie, wiedza na ten temat oparta jest na doświadczeniu klinicznym, uzyskanym z różnych metod leczenia operacyjnego, opierającego się o techniki sztywnego zespolenia odłamów, stabilizację zewnętrzną i stabilizację śródszpikową. Na podstawie dotychczasowych doświadczeń można przyjąć, że, jeśli jest zachowany ruch międzyodłamowy, wystąpi proces tworzenia kostniny. Jeśli jednak występujące ruchy będą zbyt duże, istnieje

ryzyko wystąpienia zaburzeń pod postacią hipertroficznego stawu rzekomego, najprawdopodobniej wskutek zaburzeń angiogenezy czy też mechanicznego uszkodzenia nowopowstałych naczyń krwionośnych.

### 1.7. Metody leczenia złamań nadkłykciowych kości ramiennej

Znkr należy do grupy złamań, w których należy niezwłocznie rozpocząć leczenie. Dotyczy to przede wszystkim złamań typu III w klasyfikacji Gartlanda, gdzie znaczne przemieszczenie odłamów może skutkować wtórnym uszkodzeniem układu nerwowo-naczyniowego m.in. wskutek narastania ciśnienia w przedziałach międzypowięziowych przedramienia. Niemniej jednak początkowy brak tętna na tętnicy promieniowej nie jest wskazaniem do operacyjnej rewizji naczyń dołu łokciowego. Jeśli jednak dodatkowo występują: znaczne wychłodzenie dystalnej części kończyny, jej bledłość z towarzyszącym obrzękiem i silnymi dolegliwościami bólowymi należy podejrzewać niedrożność tętnicy ramiennej. Większość zaburzeń naczyniowych występujących bezpośrednio po złamaniu jest wywołana uciskiem zewnętrznym przez przemieszczony odłamek lub odruchowym skurczem naczynia tętniczego [48].

Leczenie znkr można podzielić na 2 rodzaje:

1. leczenie zachowawcze [4,18,50,72]
  - unieruchomienie zewnętrzne,
  - repozycja z unieruchomieniem zewnętrznym,
  - wyciąg pośredni sposobem Dunlopa,
  - wyciąg bezpośredni za wyrostek łokciowy kości łokciowej metodą Zeno.
2. leczenie operacyjne [7,12,24,54,60,62]
  - zamknięta przezskórna stabilizacja drutami Kirschnera,
  - otwarta repozycja ze stabilizacją drutami Kirschnera,
  - zamknięte zespolenie ESIN.

Leczenie zachowawcze w typie 2B i 3 wg modyfikacji Wilkinsa bardzo często nie pozwala na utrzymanie odłamów w anatomicznym ustawieniu. Takie postępowanie z reguły niepotrzebnie odracza wykonanie zabiegu operacyjnego lub co gorsza, powoduje nieprawidłowy zrost odłamów i ograniczenia ruchowe w stawie łokciowym. Odroczone z tego powodu zabiegi operacyjne w blisko 1/3 przypadków wymagają dostępu „otwartego”.

### Powikłania w leczeniu złamań nadkłykciowych kości ramiennej u dzieci

W złamaniach nadkłykciowych kości ramiennej u dzieci obserwuje się stosunkowo duży odsetek powikłań. Najczęściej wynikają one z lokalizacji samego złamania, ale również warunkują je trudności z repozycją i możliwość wtórnej migracji odłamów. Do powikłań zaliczamy zrost w nieprawidłowej pozycji, sztywność stawu oraz uszkodzenie pni naczyniowo-nerwowych [2,27,38,53,68]. Uszkodzenia naczyniowo-nerwowe może

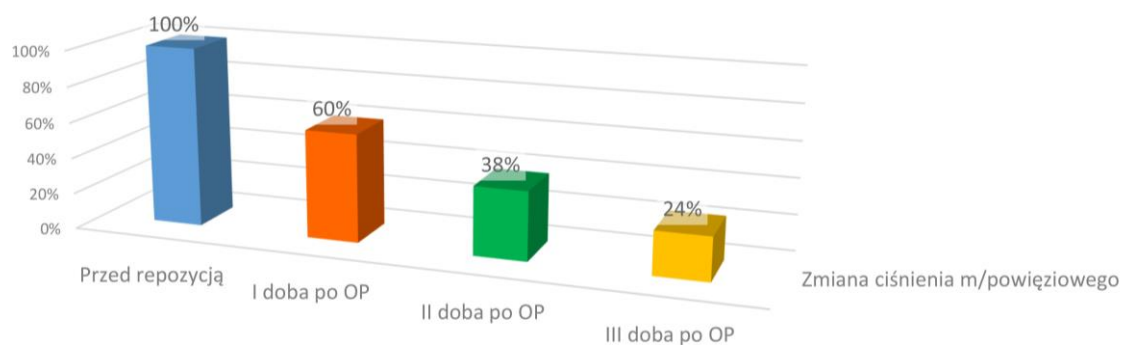
wywołać bezpośrednio uraz, jego następstwa związane ze wzrostem ciśnienia w przedziałach wewnątrzpowięziowych lub są one konsekwencją jatrogennych powikłań śródoperacyjnych [5,7,8,11,39].

Najcięższym powikłaniem, które może towarzyszyć znkr jest ischemiczny przykurcz Volkmana. To postępujące zwyrodnienie mięśni i nerwów w następstwie niedokrwienia kończyny. Wg literatury może występować w 1–5% znkr [46]. Objawy ischemicznego przykurczu Volkmana może podzielić na wczesne i późne (tab. 6).

Tab. 6. Charakterystyka wczesnych i utrwalonych objawów niedokrwienego przykurczu Volkmana

<b>Objawy okresu wczesnego przykurczu Volkmana</b>	<b>Objawy utrwalonego przykurczu Volkmana</b>
1. Zasinienie palców.	1. Zniekształcenie dłoni – zgięcie dłoniowe nadgarstka, zgięcie palców w stawach m/paliczkowych i przeprost w śródrečno-paliczkowych.
2. Narastający silny ból palców i przedramienia.	2. Kciuk nieruchomy ustawiony w przywiedzeniu i zgięciu.
3. Postępujący obrzęk ręki.	3. Ustawienie przedramienia w pronacji.
4. Zaburzenia czucia w obrębie dłoni.	4. Zaburzenia troficzne skóry.
5. Brak lub osłabienie tętna na tętnicy promieniowej.	5. Zaburzenia lub brak czucia w obszarze nerwu pośrodkowego i łokciowego.
6. Niedowład palców.	
7. Bolesność mięśni podczas biernego rozciągania.	

Szybkie i anatomiczne nastawienie odłamów z ppsdK ma zasadniczy wpływ na krążenie w okolicy łokcia i przedramienia, powodując już w I dobie po operacji zmniejszenie ciśnienia przedziałów wewnątrzpowięziowych o 40%, a w II dobie o kolejnych 40% [11,23] (ryc. 13).



Ryc. 13. Zmiana ciśnienia w przedziałach wewnątrzpowięziowych po ppsdk. (Carbonell i wsp.) [8]

## 1.8. Rehabilitacja po leczeniu złamań nadkłykciowych kości ramiennej u dzieci

Celem rehabilitacji jest odzyskanie funkcji kończyny, na co główny wpływ ma możliwie wczesne wprowadzenie ruchu. Postępowanie rehabilitacyjne uzależnione jest głównie od rodzaju złamania i sposobu zabezpieczenia, a także rodzaju zabiegu i zespolenia zastosowanego do stabilizacji. W okresie unieruchomienia kończyny celem zabiegów jest skrócenie czasu leczenia, zapobieganie wystąpieniu powikłań, utrzymanie sprawności mięśni i stawów nie objętych unieruchomieniem, zapobieganie zanikom mięśniowym. Postępowanie rehabilitacyjne dobieramy indywidualnie dla każdego pacjenta. W czasie unieruchomienia kończyny wykonujemy ćwiczenia czynne palców ręki w jak największym zakresie (uruchamianie pompy mięśniowej) oraz ćwiczenia stawu ramiennego, ćwiczenia izometryczne celem lepszego ukrwienia i utrzymania masy mięśniowej, ćwiczenia oddechowe zapobiegające powikłaniom krążeniowo-oddechowym oraz zastosowanie metody PNF. Z zabiegów fizykalnych możemy stosować: krioterapię, ultradźwięki, magnetoterapię, laser, prądy interferencyjne oraz promieniowanie nadfioletowe. Do najważniejszego okresu usprawniania po złamaniach dochodzi po zdjęciu unieruchomienia. Celem zabiegów jest złagodzenie bólu, przeciwdziałanie przykurczom mięśniowym, poprawa odżywiania i uelastycznienia skóry, wzmocnienie siły mięśniowej, zwiększenie zakresu ruchu, zmniejszenie nieodwracalnych skutków urazu i ich kompensacja. Rozpoczynamy usprawnianie od ćwiczeń czynno-biernych, w których ruch odbywa się przy użyciu siły rąk terapeuty, rola pacjenta polega na świadomym rozluźnianiu mięśni. Bardzo pożyteczne w odzyskaniu pełnego zakresu ruchu w stawie łokciowym są ćwiczenia w wodzie oraz terapia zajęciowa. Przeciwwskazaniem są ćwiczenia oporowe i redresyjne stawu łokciowego. Z zabiegów fizykalnych przy pełnym zroście kostnym stosujemy: parafinoterapię, promieniowanie podczerwone, galwanizację, prądy Trauberta, elektrostymulację, laser, kąpiel solankową i mydlaną. Przy braku pełnego zrostu: promieniowanie nadfioletowe, jonoforezę, ultradźwięki, magnetoterapię, laser, masaż wirowy.



## 2. ZAŁOŻENIA I CELE PRACY

---

Leczenie złamań nadkłykciowych kości ramiennej u dzieci stanowi poważny problem i wyzwanie dla lekarza zajmującego się chorym pacjentem, tym bardziej, że urazy te dominują w grupie wiekowej dzieci przedszkolnych. Podjęcie szybkich i optymalnych decyzji leczenia pacjenta w oparciu o badanie fizykalne i obrazowe wywiera wpływ na sukces lub niepowodzenie zamierzonego celu terapeutycznego. Celem pracy jest określenie wyników klinicznych i radiologicznych leczenia operacyjnego znkr przezskórną stabilizacją drutami Kirschnera w grupie pacjentów operowanych do 6 godzin od zaistniałego urazu bez próby leczenia zachowawczego.

### 2.1. Uzasadnienie podjęcia tematu

W swojej pracy klinicznej często stoję przed dylematem wyboru metody leczenia złamania nadkłykciowego kości ramiennej z przemieszczeniem II i III stopnia w skali wg Gartlanda. Zadaję sobie wówczas pytanie, jaką metodę leczenia powinienem wybrać aby w jak najkrótszym czasie od zaistniałego urazu uzyskać dobry wynik końcowy? Nie bez znaczenia jest wiek leczonych pacjentów, a co za tym idzie szybkość i skuteczność zastosowanej terapii. Nieprawidłowo leczone znkr może doprowadzić do pojawienia się problemów rehabilitacyjnych i funkcjonalnych kończyny dziecka. W oparciu o moje wieloletnie doświadczenie kliniczne podjąłem próbę oceny wyników leczenia złamań nadkłykciowych kości ramiennej z przemieszczeniem metodą przezskórnej stabilizacji drutami Kirschnera, która wydaje się być właściwym sposobem postępowania u pacjentów ze znkr ze względu na znikomy uraz operacyjny oraz stosunkowo niskie ryzyko powikłań.

### 2.2 Szczegółowe cele pracy

1. Opracowanie algorytmu kwalifikacji pacjentów z przemieszczonymi złamaniami nadkłykciowymi kości ramiennej do leczenia operacyjnego.
2. Przedstawienie wyników leczenia pacjentów zakwalifikowanych do pierwotnej przezskórnej stabilizacji drutami Kirschnera w zakresie funkcji, morfologii i ewentualnych powikłań.
3. Ocena wpływu wieku pacjenta na końcowe efekty leczenia.
4. Wpływ zastosowania pierwotnej przezskórnej stabilizacji drutami Kirschnera na czas hospitalizacji leczonych pacjentów.

### 3. MATERIAŁ I METODYKA BADAŃ

---

#### 3.1. Kryteria doboru pacjentów do grupy badawczej

Materiał badań stanowiła grupa pacjentów leczonych operacyjnie z powodu znkr operacyjnie pierwotną przezskórną stabilizacją drutami Kirschnera w Oddziale Chirurgii i Traumatologii Dziecięcej Zespołu Zakładów Opieki Zdrowotnej w Ostrowie Wielkopolskim od stycznia 2006 do maja 2011 r. Do grupy badawczej zakwalifikowano dzieci ze złamaniem co najmniej II stopnia wg klasyfikacji Gartlanda (typ 2B oraz typ 3 w modyfikacji wg Wilkinsa). Analizie poddano pacjentów, u których leczenie operacyjne było zabiegiem pierwotnym i odbyło się sposobem zamkniętym, a czas od urazu do leczenia nie przekraczał 6 godzin. Wszyscy pacjenci mieli wykonaną jednakową procedurę leczniczą – pod kontrolą fluoroskopii wprowadzano dwa lub trzy druty Kirschnera zarówno od strony bocznej jak i przyśrodkowej (tab. 7, tab. 8). Kryteria włączenie obejmowały pacjentów tylko z wyprostnym i zamkniętym typem złamania, u których dodatkowo nie stwierdzano ostrych objawów naczyniowych i neurologicznych. Wykluczono grupę pacjentów, u których występował zgięciowy typ złamania, złamania otwarte, prezentujących objawy ostrych zaburzeń naczyniowych. Do grupy wyłączenia zakwalifikowano również grupę pacjentów, u których podejmowano wcześniejsze próby repozycji lub doszło do wtórnego przemieszczenia odłamów po wykonanej uprzednio repozycji.

Tab. 7. Kryteria włączenia do badanej grupy.

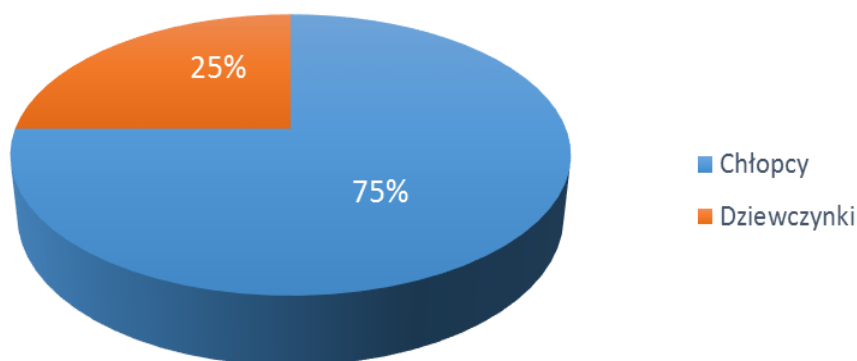
<b>Dane kliniczne</b>	<b>Kryteria kliniczne</b>	<b>Kryteria radiologiczne wg modyfikacji Wilkinsa</b>
Czas od urazu	< 6 godzin	2B, 3A, 3B
Typ złamania	wyprostny zamknięty	
Zaburzenia naczyniowe	brak	
Zaburzenia neurologiczne	brak	
Próby wcześniejszej repozycji	nie	

Tab. 8. Kryteria wyłączenia z badanej grupy

Dane kliniczne	Kryteria kliniczne	Kryteria radiologiczne wg modyfikacji Wilkinsa
Czas od urazu	> 6 godzin	1, 2 A
Typ złamania	zgięciowy, wyprostny otwarty	
Zaburzenia naczyniowe	ostre	
Zaburzenia neurologiczne	ostre	
Próby wcześniejszej repozycji	tak	
Konwersja na otwartą stabilizację operacyjną	tak	

### 3.2. Charakterystyka materiału

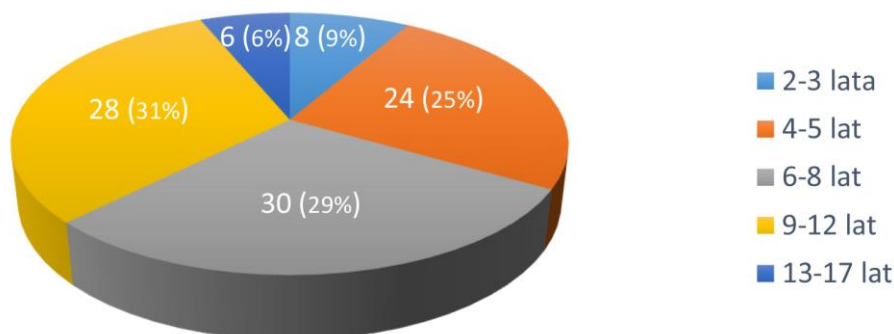
Materiał pracy obejmował grupę 96 dzieci w przedziale od 20 miesięcy do 17 lat, średnia wieku wyniosła ~6,9 lat. W badanej grupie było 72 chłopców (75%) i 24 dziewczynki (25%) (ryc. 14). Oceniono czynność 96 uszkodzonych stawów łokciowych. Grupę kontrolną stanowiło 96 nieuszkodzonych, przeciwległych stawów.



Ryc. 14. Charakterystyka chorych poddanych badaniu wg płci

Okres obserwacji mierzony od momentu leczenia operacyjnego do ostatniej wizyty ambulatoryjnej wyniósł w badanej grupie średnio 8 miesięcy. Leczenie pooperacyjne wszystkich pacjentów było przeprowadzone w Poradni Chirurgii i Traumatologii Dziecięcej Zespołu Zakładów Opieki Zdrowotnej w Ostrowie Wielkopolskim. Proces rehabilitacji u większości pacjentów był przeprowadzony w Zakładzie Rehabilitacji i Fizykoterapii Zespołu Zakładów Opieki Zdrowotnej w Ostrowie Wielkopolskim oraz w Zakładzie Rehabilitacji NZOZ TRAUMA w Ostrowie Wielkopolskim. Blisko 70

pacjentów (73%) doznało znkr w obrębie niedominującej kończyny górnej lewej. Dla 26 pacjentów (27%), u których doszło do znkr po stronie prawej, dominującą była kończyna górna lewa. Wiek pacjentów przedstawia się następująco: poniżej 3 roku życia było 8 dzieci (9%), w grupie 4–5 lat – 24 dzieci (25%), w grupie 6–8 lat – 28 dzieci (29%), w grupie 9–12 lat – 30 dzieci (31%), a w grupie 13–17 lat – 6 dzieci (6%). Ogółem dzieci w wieku poniżej 8 lat było 60 (63%) (ryc. 15).



Ryc. 15. Charakterystyka chorych poddanych badaniu wg grup wiekowych (n=96)

### 3.3. Metodyka badań

W celu oceny wpływu wieku w chwili urazu na efekty leczenia podzielono chorych na dwie grupy – grupę obejmującą dzieci w wieku przedszkolnym i wczesnoszkolnym (60 osób) oraz obejmującą dzieci w wieku szkolnym i młodzież (36 osób). U wszystkich chorych badano stawy łokciowe uszkodzone i nieuszkodzone.

Grupa 1 – pacjenci w wieku od 2 do 8 lat

- ocena funkcji stawów łokciowych po przebytych ppsdK
- ocena funkcji stawów łokciowych nieuszkodzonych, przeciwległych

Grupa 2 – pacjenci w wieku od 9 do 17 lat

- ocena funkcji stawów łokciowych po przebytych ppsdK
- ocena funkcji stawów łokciowych nieuszkodzonych, przeciwległych

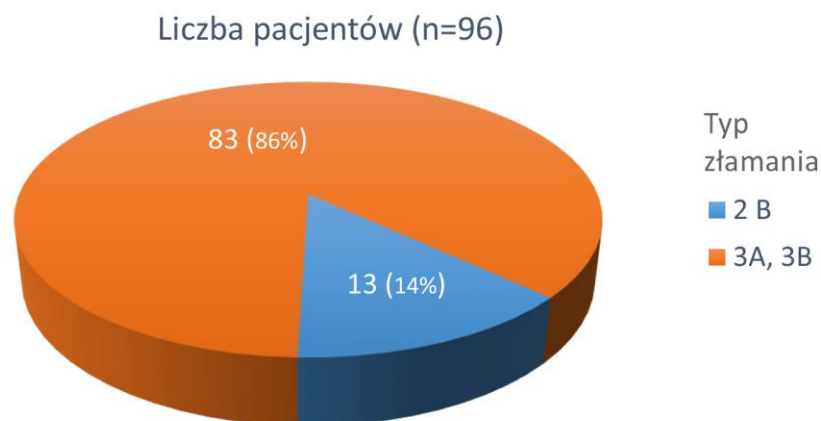
Najczęstszą przyczyną urazu w całym badanym materiale był upadek z wysokości (56%), podobnie w grupie dzieci młodszych (71%), natomiast w grupie dzieci starszych częściej przyczyną znkr był upadek poziomy (39%) (tab. 9).

Tab. 9. Mechanizm urazu w znkr w u dzieci w grupach wiekowych 2–8 lat oraz 9–17 lat

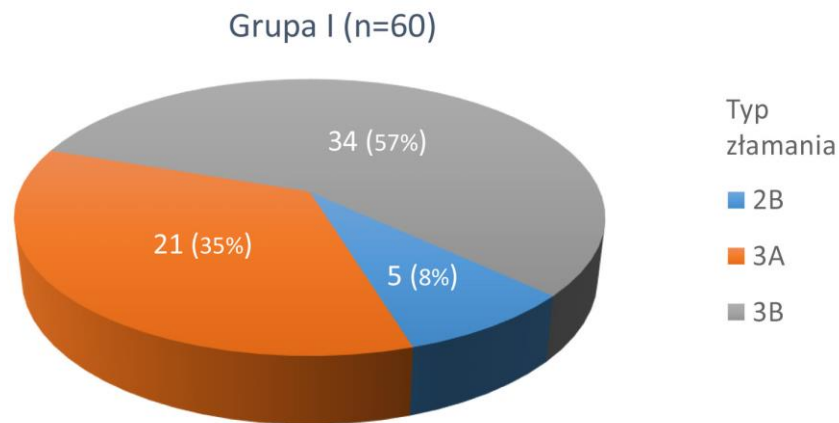
Przyczyna urazu	Grupa I		Grupa II		Razem	
	n = 60	[%]	n = 36	[%]	n= 96	[%]
Upadek z wysokości na wyprostowaną kończynę	49	71	11	29	60	56
Upadek poziomy z „własnej wysokości”	8	11	14	39	22	21
Upadek na rowerze	12	17	7	20	19	18
Upadek na rolkach	1	1	2	6	3	3
Wypadek komunikacyjny	0	0	2	6	2	2

### Rozkład leczonych pacjentów wg podziału Gartlanda w modyfikacji Wilkinsa

U wszystkich pacjentów przemieszczenie odłamów było oparte o klasyfikację Gartlanda w modyfikacji Wilkinsa. Badanie radiologiczne przeprowadzono w dwóch rzutach AP i bocznym. W badanej grupie złamanie typu 3 wg klasyfikacji Wilkinsa prezentowało 83 pacjentów (86%), natomiast złamanie typu 2B występowało u 13 pacjentów (14%) (ryc. 16).

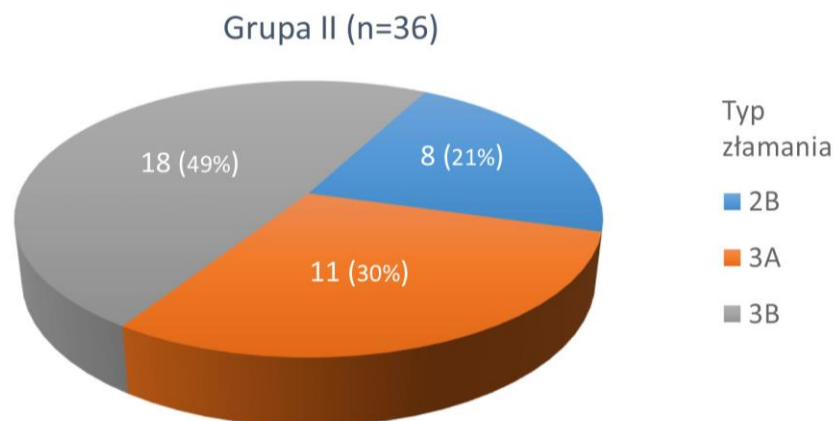


Ryc. 16. Charakterystyka chorych wg klasyfikacji Wilkinsa, n=96



Ryc. 17. Rozkład leczonych złamań w modyfikacji Wilkinsa w Grupie 1, n=60

W grupie 1 było 5 pacjentów (8%) ze stopniem 2B, 21 (35%) ze stopniem 3A oraz 34 (57%) ze stopniem 3B (ryc. 17).



Ryc. 18. Rozkład leczonych złamań w modyfikacji Wilkinsa w Grupie 2, n=36

W grupie 2 było 8 pacjentów (21%) ze stopniem 2B, 11 (30%) ze stopniem 3A oraz 18 (49%) ze stopniem 3B (ryc. 18).

### Leczenie operacyjne i postępowanie pooperacyjne

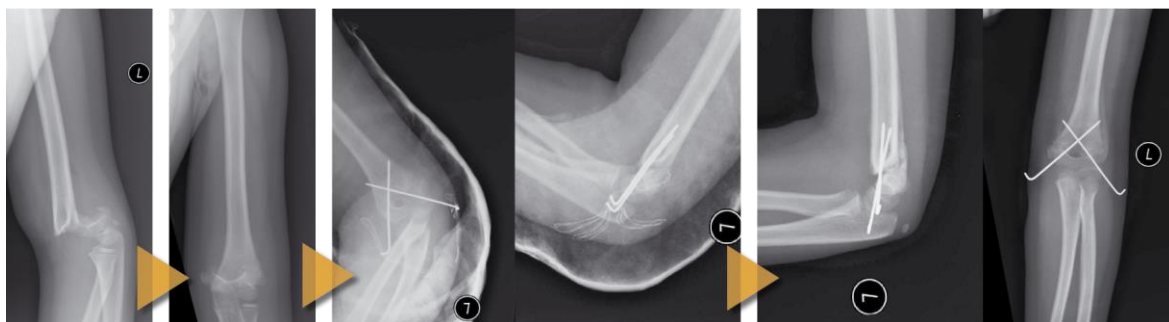
U wszystkich chorych w badanym materiale przeprowadzono leczenie operacyjne znkr metodą przeskrónej stabilizacji drutami Kirschnera. Wskazania do zastosowania tej metody chirurgicznej u dzieci zostały wyznaczone w oparciu o wnikliwe badanie fizykalne obejmujące ocenę występowania ostrych zaburzeń naczyniowych w zakresie kończyny górnej, jak również pomiary pulsoksymetryczne i ciepłoty kończyny za pomocą sensorów. Do badań wykorzystano sensor pulsoksymetryczny Oxi Max-Pediatric-Tyco/Healthcare oraz sensor pomiaru ciepłoty Temperaturfluehler Haut SHP ACC-Dräger. Dodatkowo przeprowadzono ocenę neurologicznej funkcji kończyny, a w razie potrzeby obrazowanie za pomocą ultrasonografii dopplerowskiej.

## Opis procedury operacyjnej

Wszystkie zabiegi operacyjne przezskórnej stabilizacji drutami Kirschnera zostały przeprowadzone w znieczuleniu ogólnym dotchawiczym zgodnie z opisywaną w piśmiennictwie techniką operacyjną [22,26,41,47,62].

W 85 przypadkach (88,5%) operację przeprowadzono w ułożeniu pacjenta na plecach z wysuniętą operowaną kończyną na boczny stolik ortopedyczny. 11 chorych (11,5%) było operowanych w pozycji na brzuchu z ułożeniem operowanej kończyny na podłokietniku ze zgiętym stawem łokciowym do kąta prostego. Techniką skrzyżowanych drutów Kirschnera *Crossed* operowanych było 91 pacjentów (95%), natomiast 5 pacjentów (5%) było operowanych techniką rozbieżną boczną *Divergent*.

W obu typach ułożenia przekładano się pod dołem pachowym operowanej kończyny długi podkład operacyjny, który wykorzystany był jako wyciąg w trakcie wykonywania zamkniętej repozycji. Po sterylnym obłożeniu pola operacyjnego równoległe do stołu operacyjnego ustawiano aparat rentgenowski z ramieniem C, który także zabezpieczony jest sterylnym pokrowcem (ryc. 19).



Ryc. 19. Schemat postępowania w znkr u dzieci

Po zastosowaniu trakcji osiowej wykonywano repozycję złamania z silnym zgięciem kończyny w stawie łokciowym, którą utrzymuje asysta. Zespolecie drutami Kirschnera  $\varnothing$  1,6mm-1,8mm najczęściej w technice *crossed* wykonywano pod kontrolą aparatu rentgenowskiego z ramieniem- C. Po sprawdzeniu stabilności zespolecia końce drutów obcina się ponad skórą.

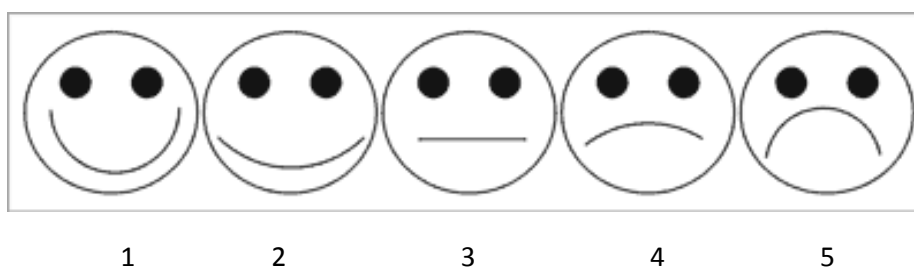
Operowaną kończynę unieruchamiano w longecie gipsowej ramiennie-dłoniowej ze zgiętym stawem łokciowym do kąta prostego z pośrednim ułożeniem przedramienia. Bezpośrednio po zabiegu operacyjnym wykonywano diagnostykę rentgenowską – zdjęcie AP i boczne. Pacjent w sali pooperacyjnej poddany był obserwacji wg schematu podstawowych czynności pielęgniarsko-lekarskich u dziecka po zabiegu operacyjnym znkr (tab. 10).

Tab. 10. Indywidualna karta obserwacji funkcji ręki po ppsdK

Czas po zabiegu operacyjnym	Pulsoksymetria na palcach kończyny operowanej i kolateralnej	Kontrola ukrwienia – ucieplenia palców w kończynie operowanej		Kontrola ruchomości palców w kończynie operowanej		
		palpacyjno-wzrokowa	sensor ciepłoty	zgięcie	wyprost	przeciwstawienie kciuk-wskaziciel
1 godz.	co 10 min.	co 15 min	na zlecenie lekarza			1 x
2-3 godz.	co 15 min.	co 30 min	//			1 x
4-6 godz.	co 30 min.	co 45 min	//			1 x
6-8 godz.	co 1 godz.	co 1 godz	//			1 x
8-12 godz.	co 2 godz.	co 2 godz.	//			1 x

### Ocena bólu pooperacyjnego wg skali VAS - zmodyfikowanej skali FAS

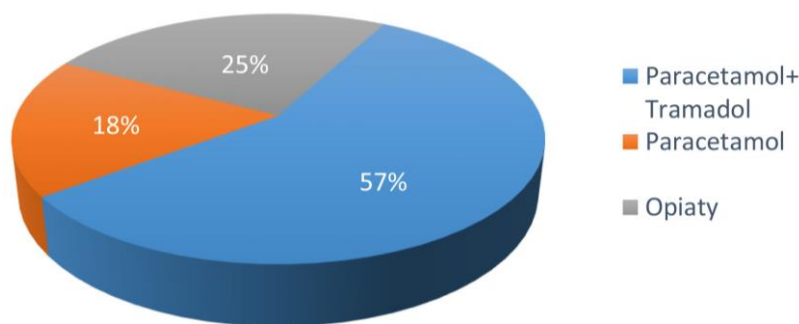
W celu oceny bólu pooperacyjnego u dzieci wykorzystano zmodyfikowaną odmianę skali analogowo-wzrokowej FAS (*Facial Analog Scale*). O pomoc w cyklicznym powtarzaniu testu proszeni są opiekunowie będący z dzieckiem w oddziale. Aby uzyskać prawidłowe wyniki należy upewnić się, że chory rozumie, co oznaczają wartości skrajne. W badanej grupie 96 pacjentów operowanych z powodu znkr zastosowano skalę FAS. W badaniu oceniano poziom natężenia odczuwanego bólu za pomocą pięciostopniowej skali FAS (od 0 do 4), na której chory wskazuje stopień nasilenia bólu. W najmłodszej grupie wiekowej opierano się na skali wizualnej, w której symbole odpowiadają wartościom od 1 do 5 (ryc. 20). Badanie przeprowadzono w trzech okresach obserwacji- przed procedurą operacyjną, 6–12 godzin oraz 12–24 godziny po wykonanej operacji.



Ryc. 20. Zmodyfikowana twarzowa skala bólu FAS (*Facial Affective Scale*). 1 – brak bólu; 2- ból lekki, 3- ból umiarkowany; 4 – ból silny; 5 – ból nie do zniesienia

W leczeniu bólu pooperacyjnego zastosowano trzy rodzaje preparatów przeciwbólowych w monoterapii lub w połączeniach, z których najczęściej stosowano kompozycję paracetamolu i tramadolu (57%) (ryc. 21).





Ryc. 21. Zastosowane schematy leczenia przeciwbólowego w znkr w badanym materiale

### Klasyfikacja funkcji stawu łokciowego w oparciu o kryteria Flynna

Ocenę funkcji stawu łokciowego po zastosowanym leczeniu operacyjnym w badanym materiale przeprowadzano w oparciu o klasyfikację według Flynna. Klasyfikacja jest obiektywną skalą oceniającą funkcję stawu łokciowego opartą o kątowe pomiary jego ruchomości oraz oceniającą ewentualne zaburzenia osi kończyny górnej [35]. Wg kryteriów Flynna za wynik bardzo dobry i dobry uznaje się zmianę osi kończyny i ruchomości stawu łokciowego odpowiednio w zakresach 0°–5° oraz 6°–10°. Natomiast ograniczenie ruchomości stawu łokciowego lub zmiana w osi kończyny górnej w zakresach > 15° są uznawane za zły wynik (tab. 11).

Tab. 11. Kryteria oceny funkcji stawu łokciowego po leczeniu według Flynna

Wynik leczenia	Zmiana w osi kończyny	Ograniczenie ruchomości
<b>Bardzo dobry</b>	0-5 °	0-5 °
<b>Dobry</b>	6 – 10°	6 – 10°
<b>Zadawalający</b>	11 – 15°	11 – 15°
<b>Zły</b>	> 15°	> 15°

### Pomiary kątowe stawu łokciowego systemem SFTR wg norm zakresów ruchów zgodnych z ISOM (*International Standard Orthopedic Measurements*)

U wszystkich chorych w badanym materiale przeprowadzono ocenę biomechaniki stawu łokciowego poprzez pomiary kątowe stawu łokciowego systemem SFTR (*sagittal, frontal, transverse, rotation*) (tab. 12) [73]. Mierzono bezbolesny i czynny ruch w zakresie badanej kończyny górnej w zakresie ruchów zgięcia i wyprostowania oraz ruchów pronacyjno-supinacyjnych przedramienia przy zgiętym stawie łokciowym do kąta 90°.

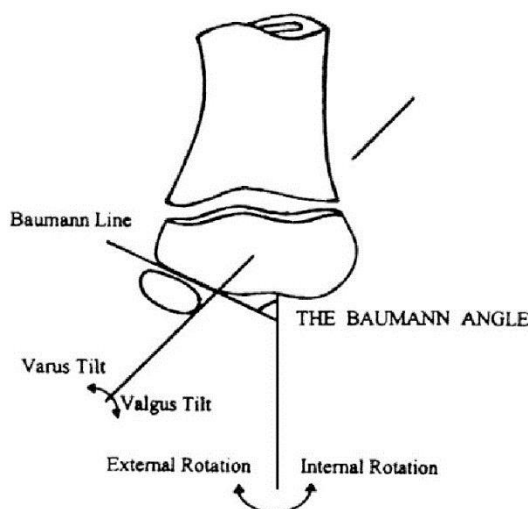
Pomiarów dokonywano goniometrem ortopedycznym wg schematu badania ortopedycznego z podręcznika Degi [76].

Tab. 12. Prawidłowe zakresy ruchów w stawie łokciowym wg ISOM [76]

Nazwa stawu	Płaszczyzna ruchu	Rodzaj ruchu	Symbol płaszczyzny	Normy w ISOM w stopniach(°)
Staw łokciowy	Sagittal (strzałkowa)	wyprost-90°-zgięcie	S	0° – 90° - 150°
	Rotation (obrotowa)	supinacja-0°-pronacja (odwrócenie-0°- nawrócenie)	R	90° – 0° - 80°

### Ocena radiologiczna

U wszystkich chorych w badanym materiale wykonano badanie rentgenowskie uszkodzonych stawów łokciowych w projekcjach przednio-tylnej i bocznej wykonane bezpośrednio po urazie oraz po zakończeniu leczenia. Na radiogramach oceniano stopień przemieszczenia odłamów wg klasyfikacji Gartlanda w modyfikacji Wilkinsa, jak również warianty przebiegu przełomu złamania, których nie obejmuje klasyfikacja wg Gartlanda. Dodatkowo oceniano zrost kostny, błędy w wykonaniu zespolenia kostnego i powikłania związane z położeniem implantów. Ocenie poddano również wartości kąta Baumanna na podstawie zdjęć późnych, którego odtworzenie jest istotnym elementem poprawnie wykonanej repozycji.



Ryc. 22. Schemat opisujący pomiar kąta Baumanna [44]

Kąt ten opisany w 1929 r. przez Ernesta Baumanna jest utworzony pomiędzy linią przeprowadzoną wzdłuż osi długiej kości ramiennej a linią poprowadzoną od bocznej strony przez przynasadę dalszą kości ramiennej i stanowi elementem charakteryzujący zależności w obrębie nasady dalszej kości ramiennej (ryc. 22). W warunkach fizjologicznych kąt zwykle wynosi około od 64° do 81° [44,57]. Kolejnymi ocenianymi

elementami będącymi wykładnikami poprawnie wykonanej repozycji były: ocena projekcji bocznej oraz wyznaczenie linii, która w warunkach prawidłowych powinna przebiegać po przedniej powierzchni kości ramiennej przez środek główki kości ramiennej tzw. linii humero-capitellar (ryc. 23).



Ryc. 23. A. Pomiar prawidłowego kąta Baumanna na zdjęciu radiologicznym w projekcji AP; B. Ocena radiologiczna linii *humero-capitellar* na projekcji bocznej

### Ocena satysfakcji pacjenta na podstawie wyników ankiety

U wszystkich pacjentów po zakończonym leczeniu przeprowadzono ankietę, w której ocenianymi kryteriami były odczuwany ból, czas hospitalizacji i proces pooperacyjnej rehabilitacji oraz sprawności kończyny (tab. 13). Ankiety najczęściej wypełniali opiekunowie dziecka w miarę możliwości wraz z nim. Wybór kryteriów ocenianych w ankiecie był podyktowany moją subiektywną opinią, jako istotnych zarówno dla lekarza prowadzącego jak również dla opiekunów dziecka.

Tab. 13. Kryteria oceny satysfakcji pacjenta/opiekuna wg schematu własnego

Kryteria	Ocena		
	Niezadowolony	Umiarkowanie zadowolony	Zadowolony
Czas hospitalizacji	0	5	10
Ból	0	5	10
Rehabilitacja	0	5	10
Funkcja kończyny	0	5	10

Minimalna liczba punktów jaką mógł uzyskać pacjent wyniosła 0 punktów, natomiast maksymalna liczba punktów to 40. Za ocenę niezadowalającą przyjęto uzyskaną przez pacjenta/opiekuna liczbę 0 – 19 (< 48%) punktów, umiarkowaną satysfakcję określano przy liczbie punktów 20-30 (>49%) i ocenę zadowalającą przy 31-40 punktach (>75%).

## 4. WYNIKI BADAŃ

### 4.1. Wyniki oceny zakresów ruchów wg systemu SFTR oraz sprawności kończyny górnej po zakończonym leczeniu

Opracowanie wyników ruchomości stawów łokciowych w pacjentów leczonych ppsdK przeprowadzono w dwóch grupach wiekowych. Grupę I stanowili pacjenci w przedziale wiekowym 2–8 lat, natomiast grupę II stanowili pacjenci w wieku 9–17 lat. W grupie I (n=60) znajdowało się 5 dzieci (8%) ze złamaniem typu 2B według klasyfikacji Wilkinsa, 21 z typem 3A (35%) i 34 osoby (57%) z typem 3B złamania. Wśród badanych w grupie II (n=36) u 8 dzieci (22%) stwierdzono złamanie typu 2B, u 11 (30%) typ 3A i u 17 chorych (48%) typ 3B złamania (tab. 14).

Tab. 14. Charakterystyka grup wiekowych w zależności od typu złamania według klasyfikacji Wilkinsa (n=96)

Typ złamania	Liczba chorych				Razem	
	Grupa I		Grupa II			
	n	%	n	%	n	%
2B	5	8	8	22	13	14
3A	21	35	11	30	32	33
3B	34	57	17	48	51	53
<b>Razem</b>	<b>60</b>	<b>100</b>	<b>36</b>	<b>100</b>	<b>96</b>	<b>100</b>

Analizując zmiany w zakresie ruchomości oraz osi kończyny należy przyjąć, że podczas badania fizykalnego zakres ruchomości kończyny zdrowej wynosił  $\sim 150^\circ$ , w zakresie wyprostu obserwowano przeprost fizjologiczny nie przekraczający  $10^\circ$ . W stawach tych obserwowano również tendencję do koślawości  $\sim 6^\circ$ . Oceniając deficyty w zakresie ruchów zgięcia i wyprostu w stawie łokciowym, a także zmian osi kończyny górnej, przyjąłem zgodnie kryteriami Flynna 4 przedziały (tab. 15, tab. 16):

- Bardzo dobry  $0-5^\circ$
- Dobry  $6-10^\circ$
- Zadawalający / umiarkowany  $11-15^\circ$
- Zły  $> 15^\circ$

Tab. 15. Ocena sprawności kończyny górnej w zakresie ruchów w stawie łokciowym wg kryteriów Flynn'a w badanym materiale, po zakończonym leczeniu (n=96)

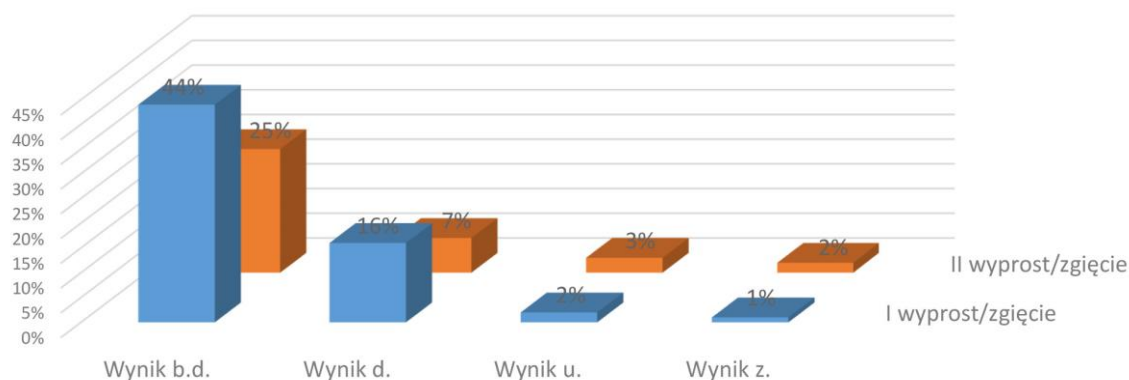
Zakres (°)	Ocena zakresu ruchomości kończyny				Razem	
	Deficyt zgięcia (n)		Deficyt wyprostu (n)			
	Grupa I (n=60)	Grupa II (n=36)	Grupa I (n=60)	Grupa II (n=36)		
0-5°	24	14	18	10	66	
6-10°	9	5	6	2	22	
11-15°	2	2	0	1	5	
>15°	1	2	0	0	3	
<b>Razem</b>	<b>n</b>	<b>36</b>	<b>23</b>	<b>24</b>	<b>13</b>	<b>96</b>
	<b>%</b>	<b>37,5</b>	<b>24,0</b>	<b>25,0</b>	<b>13,5</b>	<b>100,0</b>

Tab. 16. Ocena sprawności kończyny górnej w zakresie osi stawu łokciowego wg kryteriów Flynn'a w badanym materiale po zakończonym leczeniu (n=96)

Zakres (°)	Ocena zakresu osi kończyny				Razem	
	Koślawość (n)		Szpotawość (n)			
	Grupa I (n=60)	Grupa II (n=36)	Grupa I (n=60)	Grupa II (n=36)		
0-5°	8	9	27	13	57	
6-10°	3	4	10	6	23	
11-15°	1	1	7	2	11	
>15°	1	1	3	0	5	
<b>Razem</b>	<b>n</b>	<b>13</b>	<b>15</b>	<b>47</b>	<b>21</b>	<b>96</b>
	<b>%</b>	<b>13,6</b>	<b>15,6</b>	<b>49,0</b>	<b>21,8</b>	<b>100,0</b>

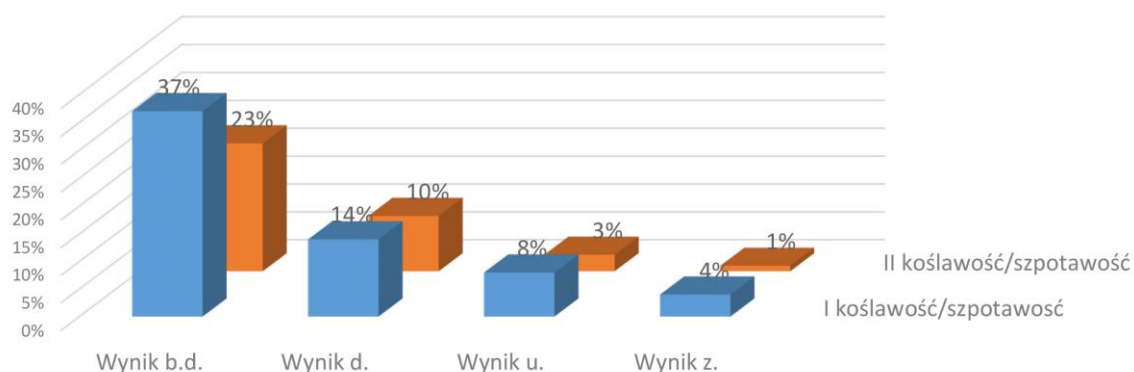
Analizując wartości zakresów ruchomości w stawie łokciowym według kryteriów Flynn'a zaobserwowano, że w badanej grupie 96 chorych, aż 66 pacjentów (69%) uzyskało bardzo dobre wyniki leczenia, z tym że 42 pacjentów (44%) było z I grupy, natomiast 24 pacjentów (25%) z II grupy wiekowej. U 22 chorych (23%) osiągnięto dobry zakres ruchów, jedynie 5 pacjentów (5%) zakwalifikowano do grupy wyników zadowolających,

a u 3 chorych (3%) uzyskano zły wynik leczenia zgodnie z przyjętymi kryteriami według Flynna (ryc. 24).



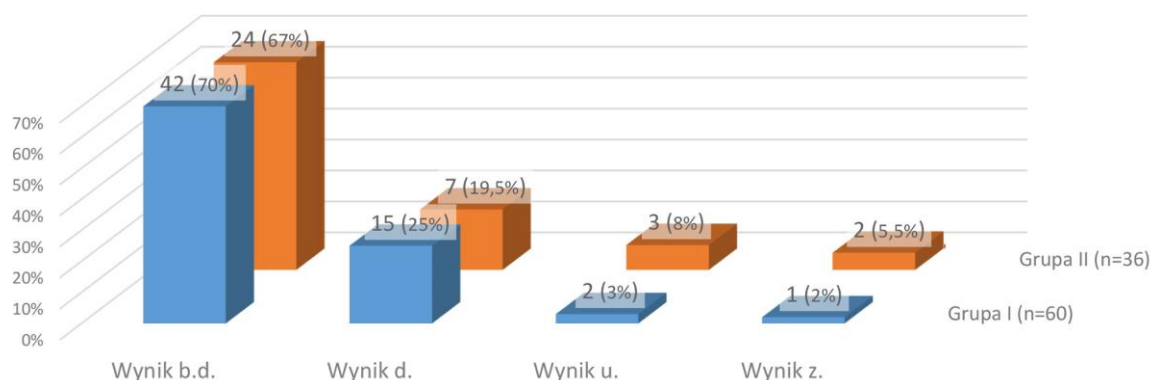
Ryc. 24. Zakres ruchomości w stawie łokciowym w grupach wiekowych w poszczególnych przedziałach wg kryteriów Flynna

Oceniając obie grupy wiekowe pacjentów pod kątem zaburzeń osiowych według kryteriów Flynna u 57 pacjentów (60%) w badanym materiale osiągnięto wyniki bardzo dobre, w tym, u 35 dzieci młodszych (37%) i u 22 dzieci starszych (23%). U 23 pacjentów (24%) uzyskano wyniki dobre, a u 11 pacjentów (11%) wyniki zadowalające. Jedynie u 5 badanych (5%) wyniki leczenia zakwalifikowano do przedziału złych wyników, zgodnie z przyjętymi kryteriami według Flynna (ryc. 25).



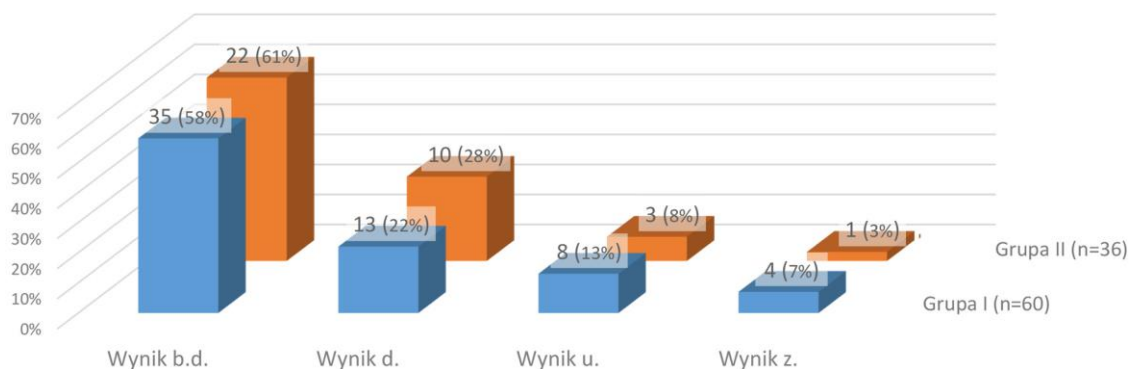
Ryc. 25. Zakres zmian osi kończyny górnej w grupach wiekowych w poszczególnych przedziałach wg kryteriów Flynna

Analiza wyników wykazała, że zakresy ruchów stawów łokciowych w grupie młodszych pacjentów są znamienne lepsze w porównaniu z zakresami ruchów stawów łokciowych w starszej grupie wiekowej. Jest to szczególnie widoczne w zakresach wyników umiarkowanych i złych, gdzie łączny odsetek tych wyników w grupie pacjentów starszych wynosi 13,5%, natomiast w grupie pacjentów młodszych jest na poziomie 5% (ryc. 26).

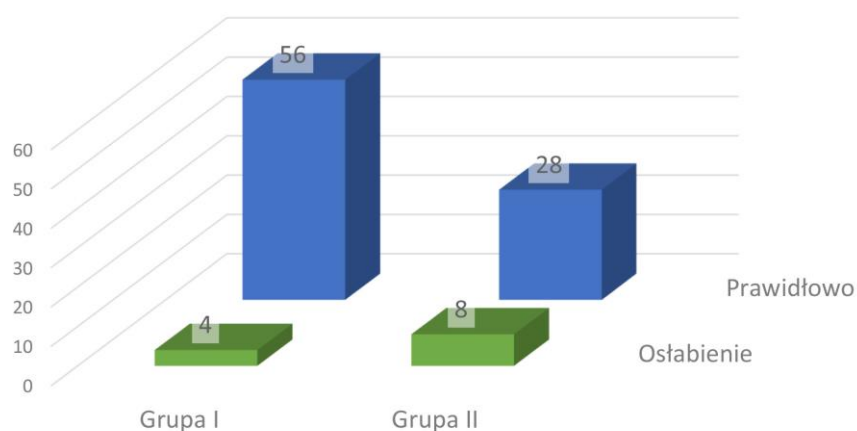


Ryc. 26. Wyniki w poszczególnych grupach wiekowych ruchomości stawu łokciowego z podziałem na 4 zakresy wg kryteriów Flynna

Porównując wyniki leczenia w zakresie zaburzeń osi kończyny górnej po przebytych znkr w obu grupach wiekowych, łączny odsetek pacjentów z wynikiem umiarkowanym i złym jest istotnie wyższy w grupie dzieci młodszych 20%, natomiast w grupie pacjentów starszych wynosi 11% (ryc. 27).

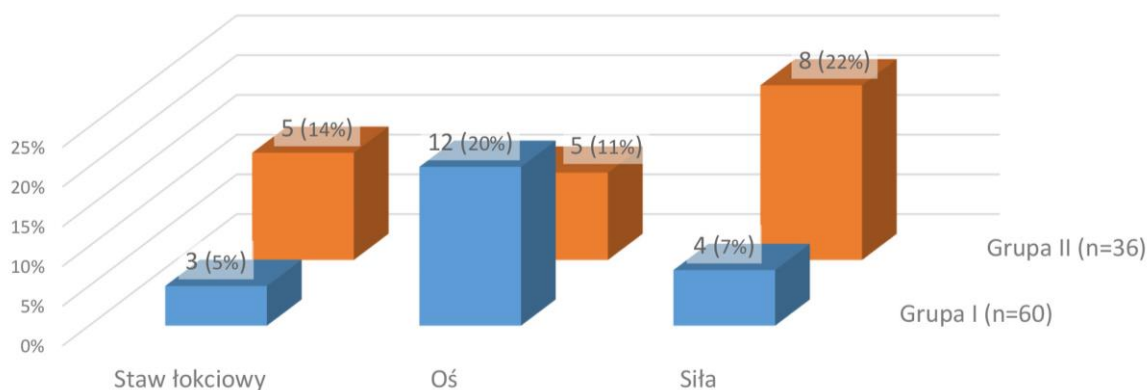


Ryc. 27. Wyniki zaburzeń osi kończyny górnej w grupach wiekowych z podziałem na 4 zakresy wg kryteriów Flynna



Ryc. 28. Ocena sprawności funkcji kończyny górnej po znkr (n=96)

Ocena sprawności kończyny górnej po przebyłym urazie miała charakter jakościowy, a ocenianymi parametrami były osłabienie lub niedofunkcjonalność kończyny. Z powodu znacznych różnic wiekowych operowanych pacjentów nie można było przeprowadzić obiektywnej ilościowej oceny ewentualnych zmian. Przyjmując fakt, iż kończyna niedominująca jest nieco słabsza stwierdzono obniżenie siły mięśniowej u 12 pacjentów, z tego u 8 z grupy dzieci starszych (ryc. 28).



Ryc. 29. Odsetek zaburzeń funkcji kończyny górnej po przebyłym znkr w grupach wiekowych (łącznie wynik umiarkowany i zły)

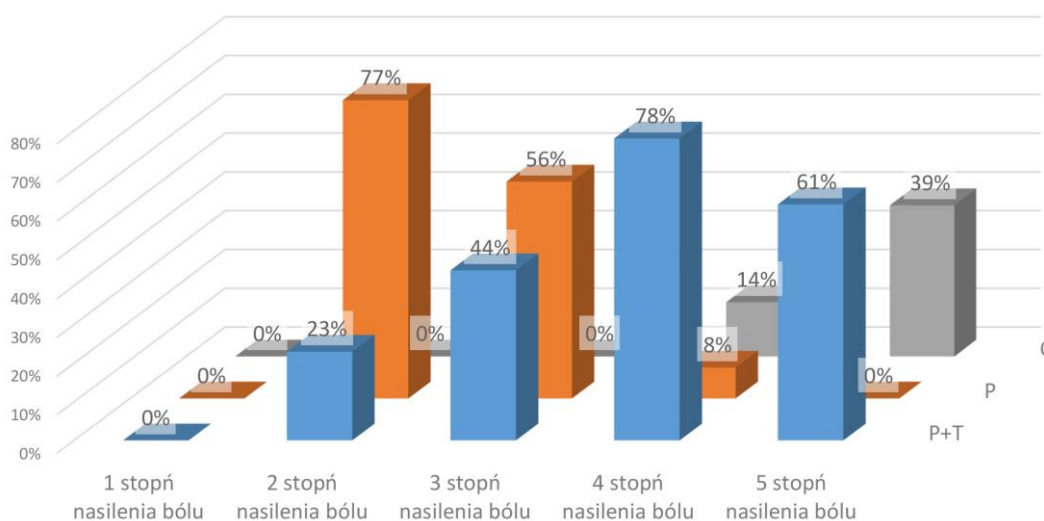
Porównując obie grupy wiekowe, obserwowano mniejszy odsetek pacjentów z zaburzeniami ruchomości kończyny w stawie łokciowym w grupie I (5%) niż w grupie II (14%). Podobnie w zakresie siły mięśniowej jej obniżenie było wyraźnie większe w grupie pacjentów starszych (22%) niż w grupie młodszych dzieci (7%). Jedynie w zakresie odchylenia od osi kończyny górnej w grupie II osiągnięto lepsze wyniki w badaniu klinicznym, gdyż grupie pacjentów młodszych odsetek wyników złych i umiarkowanych wyniósł 20%, natomiast w grupie starszych dzieci wyniósł 11% (ryc. 29).

#### 4.2. Wyniki oceny bólu wg skali FAS

W zależności od oceny doznań bólowych uzyskanych w wyniku przeprowadzonej ankiety stosowano różne schematy leczenia przeciwbólowego. U żadnego z pacjentów nie stwierdzono braku reakcji bólowej po urazie. 2 stopień nasilenia bólu prezentowało 4 pacjentów (4%), 3 stopień 18 (19%), 4 stopień 52 (54%), natomiast najwyższy 5 stopień u 22 pacjentów (23%). W lekkim i umiarkowanym nasileniu bólu według skali FAS u 3 chorych (77%) z 2 stopniem i 10 (56%) z 3 stopniem nasilenia podawano wyłącznie paracetamol, jak również u 4 pacjentów (4%) z 4 stopniem. Natomiast połączenie paracetamolu z tramadolem zastosowano u 1 (23%) badanych z 2 stopniem i 8 (44%) z 3 stopniem nasilenia bólu. W najbardziej odczuwalnych stopniach reakcji bólowej u 40 (78%) chorych z 4 stopniem i u 13 (61%) z 5 stopniem stosowano połączenie paracetamolu

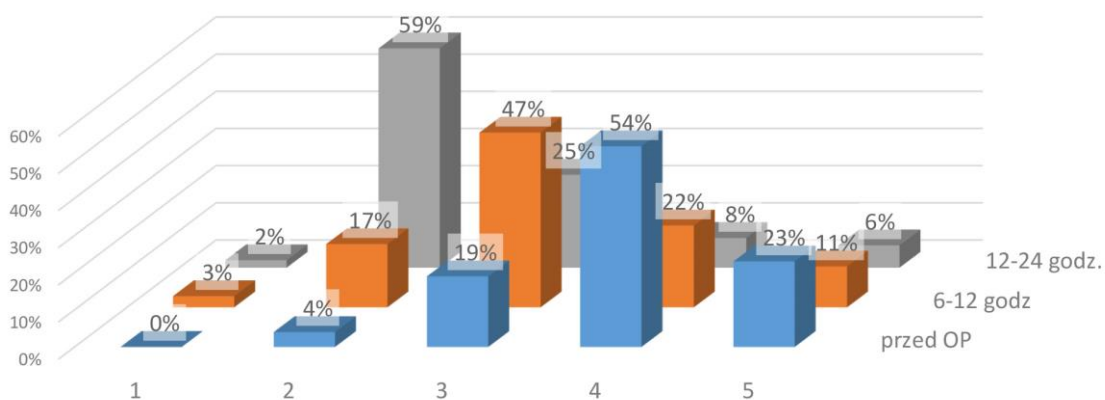


z tramadolem, a u 8 (14%) z 4 stopniem i 9 (39%) z 5 stopniem bólu według skali FAS podawano wyłącznie opiaty (ryc. 30).



Ryc. 30. Charakterystyka zastosowanych schematów leczenia przeciwbólowego wg FAS (P+T – paracetamol+tramadol, P – paracetamol, O – opiaty)

W obserwacji stopnia nasilenia bólu u pacjentów oczekujących na zabieg operacyjny oraz w dwóch interwałach czasowych między 6 a 12 godziną po operacji oraz 12 a 24 godziną po operacji stwierdzono zauważalne zmniejszenie odczuwania bólu u dzieci (ryc. 31). Odsetek chorych odczuwających ból w 4 stopniu nasilenia według FAS zmniejszył się z 54% przed operacją (52 pacjentów) do 22% (21 pacjentów) po upływie 6–12 godzin po zabiegu i 7% (8 pacjentów) po 12–24 godzinach po operacji. Najwyższy 5 stopień nasilenia reakcji bólowej przed podjęciem leczenia operacyjnego stwierdzono u 22 badanych (23%), po upływie 6–12 godzin po operacji odsetek ten zmniejszył się do 11% (10 pacjentów), a po 12–24 godzinach wynosił tylko 6% (6 pacjentów). Najmniej chorych w badanej grupie wykazywało drugi stopień – 4 pacjentów (4%) i trzeci stopień – 18 pacjentów (19%) - nasilenia bólu przed zabiegiem operacyjnym.



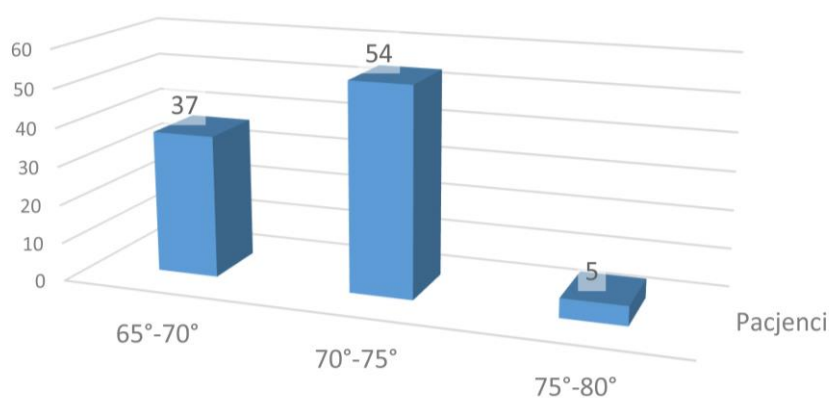
Ryc. 31. Rozkład zmian stopnia nasilenia bólu u pacjentów przed i po operacji w oparciu o zmodyfikowaną skalę według FAS

Natężenie bólu mierzone u pacjentów za pomocą zmodyfikowanej skali FAS umożliwiło dokonanie analizy porównawczej dotyczącej zarówno zastosowanej farmakoterapii, a także wpływu leczenia operacyjnego na stopień odczuwania bólu w pacjentów w trakcie hospitalizacji związanej ze znr.

#### 4.3. Wyniki badań radiologicznych po zakończonym leczeniu operacyjnym znr

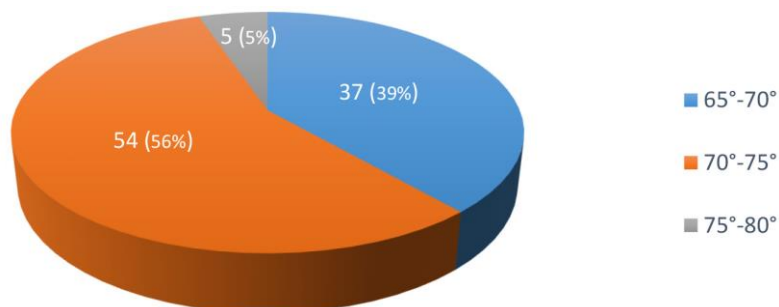
Na wykonanych badaniach radiologicznych dokonywano oceny w zakresie poprawności repozycji operacyjnej odłamów, położenia implantów i ewentualnych zaburzeń zrostu.

W pooperacyjnej ocenie poprawności wykonanej repozycji obliczano odtworzenie kąta Baumanna w 3 różnych rzędach wielkości :  $65^{\circ}$ – $70^{\circ}$ ,  $70^{\circ}$ – $75^{\circ}$  oraz  $75^{\circ}$ – $80^{\circ}$ .



Ryc. 32. Analiza odtworzenia kąta Baumanna a. $65^{\circ}$ – $70^{\circ}$  b. $70^{\circ}$ – $75^{\circ}$  c. $75^{\circ}$ – $80^{\circ}$

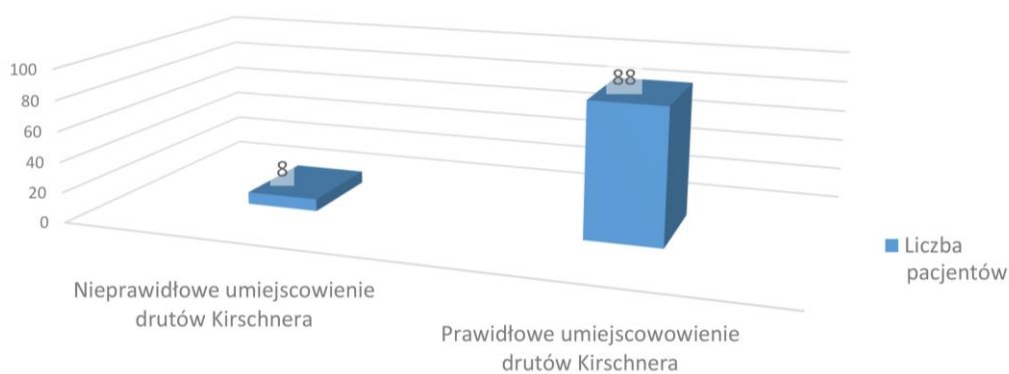
Wszyscy pacjenci znaleźli się grupie zakresu kąta  $64^{\circ}$ – $81^{\circ}$ , opisywanego przez Baumanna jako prawidłowy (ryc. 32 i ryc. 33). U 54 pacjentów (56%) stwierdzono, że mieści się on w zakresie  $70^{\circ}$ – $75^{\circ}$ , czyli najczęściej opisywanym przez różnych autorów jako fizjologiczny [44,71].



Ryc. 33. Analiza procentowa odtworzenia kąta Baumanna po ppsdK

Analizowano również położenie implantów na podstawie pooperacyjnych zdjęć radiologicznych. W zdecydowanej większości przypadków stwierdzono prawidłowe

położenie drutów Kirschnera wprowadzanych w technice *crossed* lub *divergent*. Przeważnie używano dwóch drutów Kirschnera, rzadziej trzech. Najczęstszym błędem, który występował w technice operacyjnej był brak „zakotwiczenia” drugiego drutu Kirschnera w przeciwległej warstwie korowej odłamu bliższego (tab. 17). W badanym materiale zjawisko to wystąpiło u 8 pacjentów (8,3%). W ambulatoryjnej pooperacyjnej kontroli pacjentów stwierdzono również, że nie miało ono wpływu na końcowy efekt leczenia (ryc. 34).



Ryc. 34. Analiza ilościowa nieprawidłowego położenia implantów po ppsdK

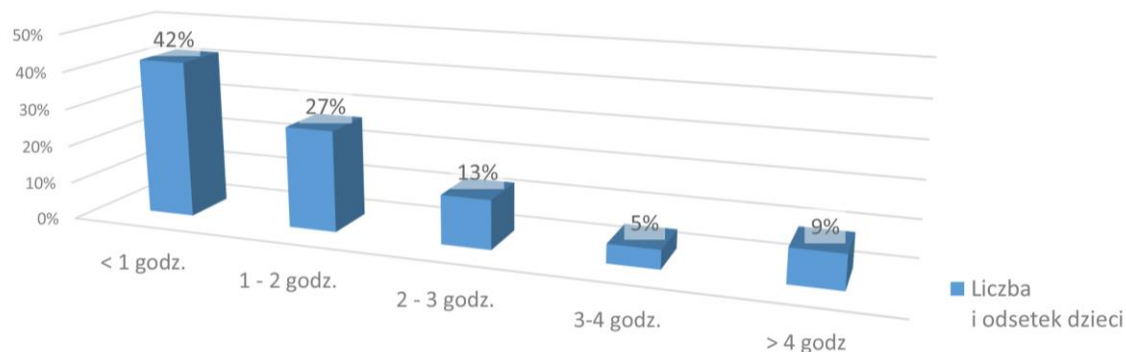
Tab. 17. Radiogramy z nieprawidłowym położeniem implantów po zabiegu ppsdK . Brak „zakotwiczenia” co najmniej dwóch drutów Kirschnera w przeciwległej warstwie korowej odłamu bliższego



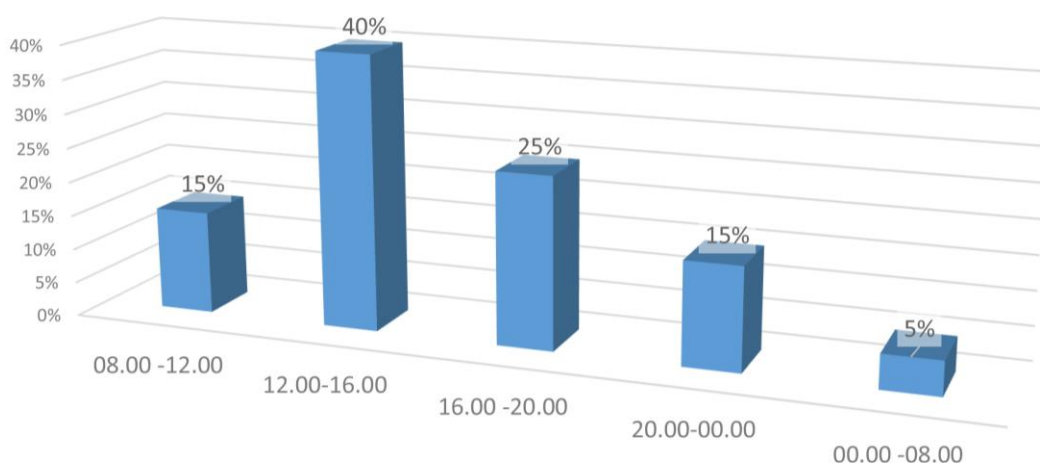
#### 4.4. Analiza czasu hospitalizacji

Czas pobytu w oddziale dziecka, które doznało znkr jest ściśle związane z procedurami dotyczącymi leczenia operacyjnego. Podstawowym kryterium kwalifikującym do leczenia metodą ppsdK w badanym materiale był czas, który upłynął od chwili urazu do wykonania tej procedury. 73% badanych (70 pacjentów) ze znkr zgłosiło się do naszego oddziału w ciągu 2 godzin od doznanego urazu, 19% (18 pacjentów) zostało przyjętych po upływie ponad 2 do 4 godzin po urazie, dzięki czemu mogli być poddani leczeniu operacyjnemu

w czasie do 6 godzin od chwili urazu, zgodnie z przyjętym w pracy kryterium (ryc. 35). Dodatkowym czynnikiem jest pora dnia w jakiej dochodzi do urazu. W prezentowanym materiale znr u dzieci w 80% występują w godzinach popołudniowo-wieczornych (ryc. 36).

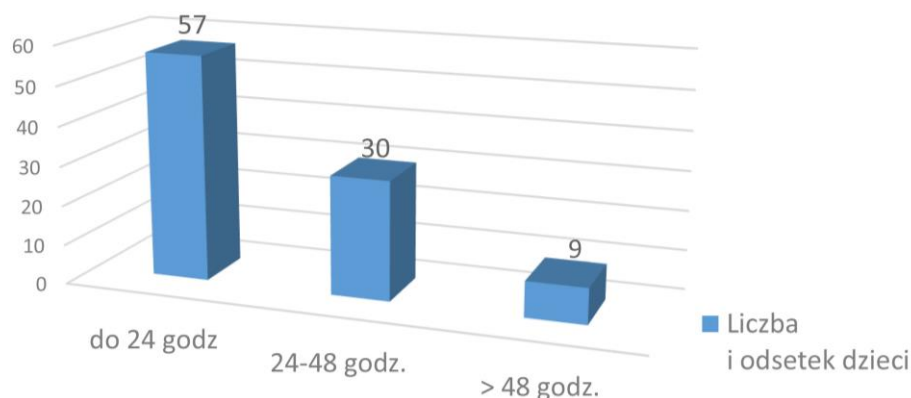


Ryc. 35. Czas (w godzinach) od chwili urazu do zgłoszenia się na oddział



Ryc. 36. Pora doby, w której doszło do znr

Po upływie 12 godzin od zakończenia zabiegu operacyjnego, w przypadku braku niepokojących objawów, dalsza obserwacja pacjentów zgodnie z kryteriami zamieszczonymi w karcie kontrolnej nie była konieczna. Dodatkowym elementem wpływającym na długość pobytu pacjenta w oddziale był proces leczenia przeciwbólowego. Wszystkie te czynniki składały się na to, że w badanym materiale średni czas hospitalizacji pacjentów poddanych ppsdK wyniósł średnio 1,5 doby. Czas leczenia szpitalnego u 57 dzieci (60%) był krótszy niż 24 godziny, u 30 (31%) wyniósł 24–48 godzin, jedynie w 9 (9%) przypadkach wydłużył się powyżej 48 godzin (ryc. 37).



Ryc. 37. Średni czas hospitalizacji pacjentów po ppsdk

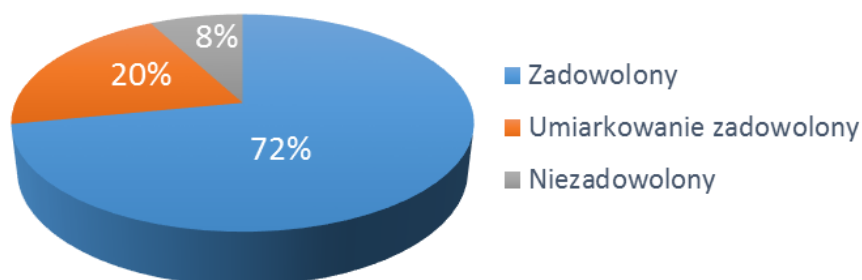
#### 4.5. Analiza badania satysfakcji pacjentów po zakończonym leczeniu

Na rycinie 38 i w tabeli 18 przedstawiono wyniki satysfakcji pacjentów/opiekunów po przeprowadzonym leczeniu opracowane na podstawie ankiety.

Zdecydowana większość pacjentów w badanym materiale wynosząca (72%) była zadowolona z wyników leczenia, (20%) oceniła wyniki leczenia jako umiarkowanie zadowalające a (8%) jako niezadowolające.

Tab. 18. Wyniki badania satysfakcji pacjentów na podstawie przeprowadzonej ankiety

Kryteria	Niezadowolony	Umiarkowanie zadowolony	Zadowolony	Razem
Czas hospitalizacji	7	12	77	<b>96</b>
Ból	11	23	62	<b>96</b>
Rehabilitacja	8	26	62	<b>96</b>
Funkcja kończyny	4	17	75	<b>96</b>
<b>Procent [%]</b>	<b>8%</b>	<b>20%</b>	<b>72%</b>	<b>100%</b>



Ryc. 38. Rozkład procentowy wyników satysfakcji pacjentów po zakończonym leczeniu

Biorąc pod uwagę oceniane kryteria 7 badanych było niezadowolonych z czasu hospitalizacji, 11 z powodu odczuwanego bólu, 8 z procesu rehabilitacji i 4 z uzyskanej po zakończeniu leczenia funkcji kończyny. Zdecydowana większość pacjentów (62–77 osób) oceniła każde z kryteriów powyżej 6 punktów, co zakwalifikowało ich do grupy zadowolonych z wyników leczenia .

## 5. DYSKUSJA

---

Rozpoznanie znkr u dzieci nie nastręcza żadnych problemów, a wcześniej rozpoczęte leczenie pozwala uzyskać dobre efekty pooperacyjne, zmniejsza odsetek konwersji na zabieg „otwarty”, a także pozwala ograniczyć ryzyko powikłań okołoperacyjnych [21,43,67]. W ocenie wielu autorów zdecydowana większość przypadków znkr u dzieci kwalifikuje się do leczenia metodą zamkniętej przezskórnej stabilizacji drutami Kirschnera, a czas wdrożenia procedury operacyjnej uważany jest za istotne kryterium do podejmowania decyzji terapeutycznych [12,27,30]. W przypadkach złamania z przemieszczeniem typu II wg Gartlanda część autorów uważa, że wystarczającym postępowaniem jest stabilizacja dwoma drutami Kirschnera wprowadzonymi od strony bocznej przynasady dalszej kości ramiennej. Natomiast w złamaniach typu III należałoby posiłkować się techniką *crossed*, z powodu częstego braku prawidłowej stabilności uzyskanej repozycji [20]. Niektórzy jednak w obawie przed możliwym jatrogennym uszkodzeniem nerwu łokciowego nie zalecają techniki *crossed* argumentując, że w przypadku nieprawidłowego zrostu możliwy jest zabieg korekcyjny w późniejszym terminie [29].

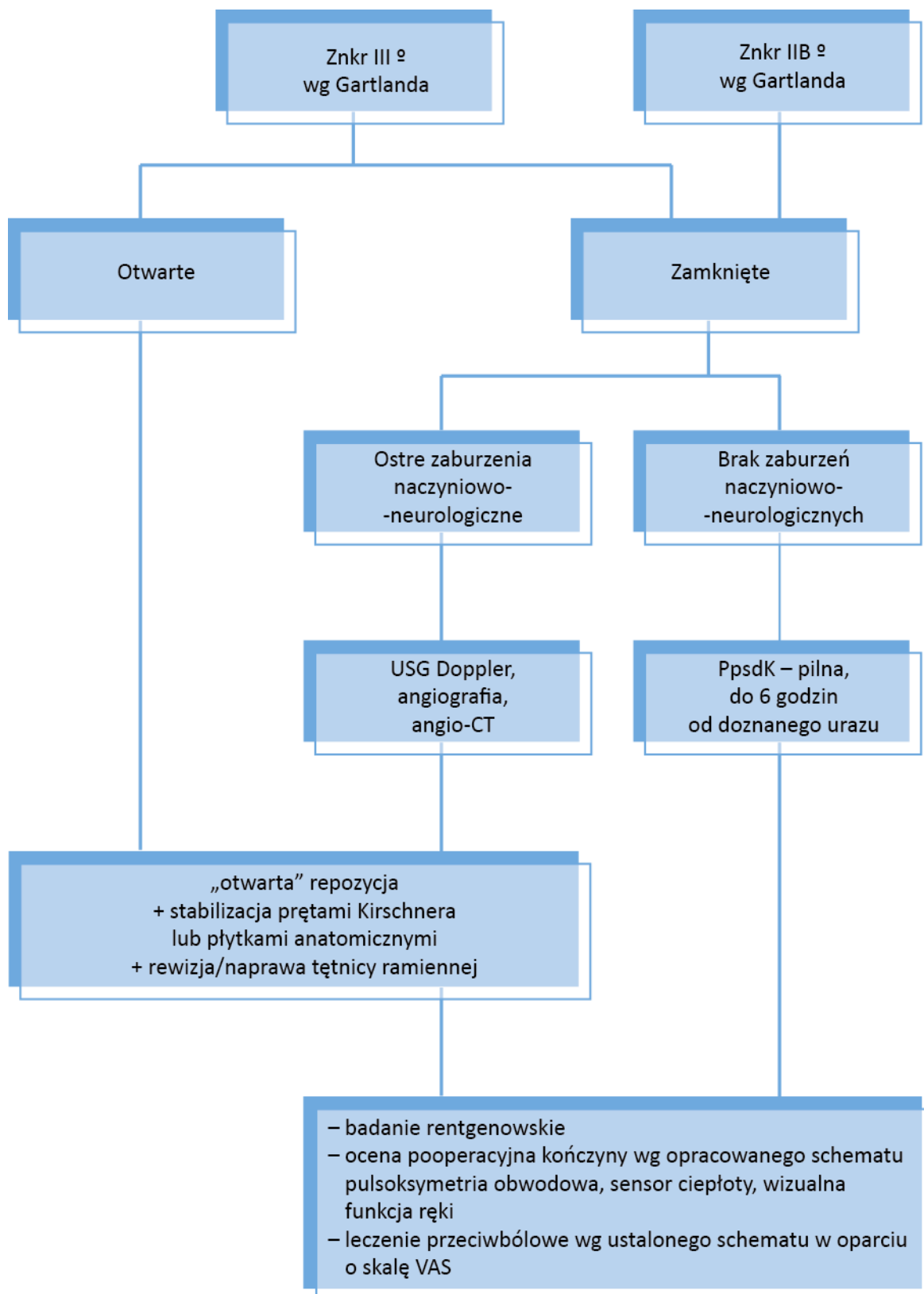
Kwalifikację pacjenta do ppsdK poprzedza wnikliwie przeprowadzone badanie kliniczne w oparciu o standardy stosowane w Oddziale Chirurgii i Traumatologii Dziecięcej w Ostrowie Wielkopolskim. Dotyczą one głównie oceny ostrych zaburzeń naczyniowych w zakresie kończyny górnej, na co składają się oprócz badania fizykalnego także pomiary za pomocą pulsoksymetru i ocena temperatury ręki za pomocą specjalnych sensorów termicznych. Dodatkowo przeprowadzana jest ocena neurologicznej funkcji kończyny. W razie potrzeby, a szczególnie sytuacji podejrzenia, że brak wyczuwalnego tętna na tętnicy promieniowej spowodowany jest urazem tętnicy ramiennej, wykonywane jest badanie obrazowe za pomocą ultrasonografii dopplerowskiej. Podobne postępowanie proponuje Choi i wsp. przedstawiając grupę 1255 pacjentów ze znkr, z której u 33 osób (2,6%) występował objaw braku wyczuwalnego tętna na tętnicy promieniowej. Pacjenci byli poddani badaniu ultrasonografii dopplerowskiej, obwodowej pulsoksymetrii i badaniu palpacyjnemu powrotu kapilarnego. Aż 24 z nich prezentowało objawy dobrej perfuzji dystalnej, prawidłowego ucieplenia i koloru skóry i mogli być poddani ppsdK z dobrym efektem [11].

Kluczowym elementem wpływającym na szybkie wdrożenie procedury operacyjnej jest czas upływający od momentu urazu do zgłoszenia się pacjenta do ośrodka referencyjnego, który posiada odpowiednie doświadczenie i zaplecze diagnostyczno-terapeutyczne. W prezentowanym materiale ponad 90% dzieci zostało przyjętych na Oddział Chirurgii i Traumatologii Dziecięcej do 4 godzin od momentu doznanego urazu. Podobne dane przedstawia Mangwani i wsp. [40]. W przypadku omawianej grupy pacjentów pozwoliło



to na wykonanie zabiegów ppsdK w okresie do 6 godzin od doznanego urazu. Średni czas wszystkich zabiegów operacyjnych ppsdK w prezentowanej grupie nie przekraczał 30 minut, na co w mojej ocenie istotny wpływ miał umiarkowany obrzęk stawu łokciowego znacząco zmniejszający problemy z repozycją złamania, a tym samym mniejsze ryzyko konieczności konwersji zabiegu operacyjnego z techniki zamkniętej na otwartą. Czas podjęcia interwencji chirurgicznej jest szczególnie istotny u pacjentów prezentujących objawy zaburzeń tętna, gdyż stanowią oni grupę szczególnie narażoną na wystąpienie zespołu ciasnoty wewnątrzpowięziowej w okresie pooperacyjnym [11]. Na podstawie przeprowadzonych obserwacji możliwe jest opracowanie algorytmu postępowania terapeutycznego w leczeniu znkr u dzieci w aspekcie kwalifikacji do ppsdK, który przedstawiono w tabeli 19.

Tab. 19. Algorytm postępowania terapeutycznego w znkr



W dostępnym piśmiennictwie obserwuje się dużą rozbieżność odsetka w konwersji (1–46%) na zabieg techniką otwartą spowodowanej odroczeniem zabiegu operacyjnego w znkr

III stopnia wg klasyfikacji Gartlanda. W grupie 142 pacjentów z III stopniem przemieszczenia badanej przez Wamsley i wsp. [67] odroczenie operacji powyżej 8 godzin od doznanego urazu spowodowało wzrost konwersji do “otwartego” zabiegu operacyjnego z 11,2% do 33%. Zbliżone wyniki w grupie 396 pacjentów przedstawia Lizou i wsp. [34]. W badanym materiale wśród dzieci operowanych bezpośrednio po przyjęciu do szpitala wskaźnik konwersji wyniósł 11,1%, podczas gdy w grupie kontrolnej pacjentów operowanych powyżej 12 godzin wyniósł on 22,9%. Badania niektórych autorów nie potwierdzają zależności między wydłużeniem czasu interwencji chirurgicznej powyżej 8 a nawet 12 godzin od doznanego urazu, a zwiększonym odsetkiem konwersji zabiegu operacyjnego na technikę otwartą u chorych z III stopniem przemieszczenia. Przyczyną takich obserwacji może być zbyt mała liczebność pacjentów w badanych grupach [25], bądź różna metodyka badań [31,43]. Letta [31] i Mehlman [43] mimo sporych grup kontrolnych nie różnicują w swoich pracach stopnia przemieszczenia złamania, traktując pacjentów jako grupę jednorodną. Z kolei Silva i wsp. w swojej pracy podkreślają skuteczność późnej zamkniętej redukcji i ppsdK obserwowaną tylko w grupie pacjentów z przemieszczeniem II stopnia w klasyfikacji Gartlanda [56].

Natomiast praca Gupty i wsp. [21], mimo że nie wykazuje znamiennej statystycznie różnicy w konwersji na zabieg techniką otwartą w całej grupie kontrolnej, to jednak wśród chorych z III stopniem przemieszczenia wg klasyfikacji Gartlanda autor obserwował wzrost odsetka operacji otwartych o 6% w przypadku odroczenia zabiegu o 12 godzin. Szczegółowego monitorowania pod kątem pojawienia się zespołu ciasnoty międzypowięziowej wymagają pacjenci z znkr, którzy trafiają do wyspecjalizowanego centrum urazowego średnio po około 10 godzinach od doznanego urazu [3,51,53]. Jak podkreśla wielu autorów leczenie tych urazów powinno być przeprowadzone przez konsultanta chirurga-ortopedę lub w jego obecności, co pozwoliłoby uniknąć zabiegów w porze nocnej i wzrostu odsetka konwersji. Tymczasem przeszło 50% znkr powstaje w godzinach popołudniowych i wieczornych [33]. W prezentowanym materiale odsetek urazów w godzinach popołudniowych i wieczornych był większy i wynosił 80%.

W mojej pracy położyłem szczególny nacisk na zależność czasu wykonania procedury operacyjnej nie tylko w kontekście komplikacji okołoperacyjnych, ale przede wszystkim w powiązaniu z przebiegiem pooperacyjnym i końcowymi wynikami leczenia pacjentów.

Badania Carbonalla i wsp. pokazały, że czas podjęcia leczenia operacyjnego ma istotny wpływ na odczuwanie bólu u pacjentów, co wynika z szybkiego obniżania ciśnienia w przedziałach wewnątrzpowięziowych po ppsdK [8]. Według cytowanych autorów już w pierwszej dobie pooperacyjnej wartość ciśnienia w przedziałach wewnątrzpowięziowych obniża się o 40%, a w drugiej dobie pooperacyjnej o kolejne 40%. Wyniki tych badań korelują również z odczuwaniem bodźców bólowych przez pacjentów ze znkr.

Ból jest subiektywnym odczuciem pacjenta, szczególnie trudnym do zinterpretowania u dzieci i jest nim wszystko to, co chory w ten sposób nazywa. Dostępne są liczne narzędzia do opisanego i określenia poziomu odczuwalnego bólu, ale wszystkie można podzielić na trzy grupy: werbalne, wizualne i numeryczne. Ocena bólu pooperacyjnego u dzieci opiera się najczęściej o skalę analogowo-wzrokową VAS (*Visual Analog Scale*) lub jej zmodyfikowaną odmianę FAS (*Facial Analog Scale*). Dzięki czytelności dla większości chorych oraz dużej wiarygodności i powtarzalności jest to najczęściej stosowana skala opisu bólu [28,64]. Często o pomoc w cyklicznym powtarzaniu testu proszeni są opiekunowie będący z dzieckiem w oddziale, po uprzednim upewnieniu się, że chory i jego opiekunowie rozumieją co oznaczają wartości skrajne. W prezentowanej grupie pacjentów, gdzie posługiwałem się pięciostopniową skalą FAS odsetek chorych odczuwających ból w 4 stopniu nasilenia zmniejszył się z 54% przed operacją do 22% po upływie 6–12 godzin po zabiegu i do 7% po 12–24 godzinach po operacji. Natomiast najwyższy 5 stopień nasilenia reakcji bólowej przed podjęciem leczenia operacyjnego stwierdzono u 23% badanych, jednak po upływie 6–12 godzin po operacji odsetek ten zmniejszył się do 11%, a po 12-24 godzinach wynosił tylko 5%. Swanson i wsp. przedstawili wyniki uzyskane w grupie 207 pacjentów leczonych preparatami paracetamolu lub opiatów po ppsdK. U 80% z nich stosowano wyłącznie preparaty paracetamolu, czasami łączone z ibuprofenem i kodeiną. U 20% podawano tylko opiaty. Biorąc pod uwagę typ znkr, dzieci z typem II złamania wymagały podawania opiatów w 15%, natomiast z typem III przemieszczenia w 24% [64]. W prezentowanym materiale opiaty podawano łącznie u 16% badanych, natomiast stosowane schematy leczenia korelowały z pomiarami natężenia bólu uzyskanymi w badaniu FAS. Uzyskane wyniki pozwalają stwierdzić, że mimo iż kryterium bólu nie jest rozstrzygającym parametrem w wyborze sposobu leczenia, to jednak szybkie wdrożenie procedury operacyjnej ppsdK znacznie wpływa na jego natężenie i szybkość ustępowania.

W literaturze istnieje wiele skal oceniających wyniki leczenia operacyjnego, ale większość z nich kładzie nacisk na ocenę funkcji kończyny i są dedykowane przede wszystkim do pacjentów dorosłych czynnych zawodowo. Porównanie uzyskanych w pracy wyników z danymi w piśmiennictwie jest także dość trudne z powodu przyjmowania przez wielu autorów różnej interpretacji wyników dobrych, zadawalających lub złych. Aby obiektywnie ocenić wyniki wczesnego leczenia w zakresie funkcji i czynności w stawie łokciowego po zakończonym leczeniu w prezentowanej pracy oparłem się na kryteriach Flynna, które uwzględniają ocenę zakresów ruchomości stawu łokciowego i zaburzeń osi [35]. U badanych dzieci oceniałem również zaburzenia siły mięśniowej, która mierzona porównawczo ze stawem kolateralnym była upośledzona u blisko 15% pacjentów. W zależności od wieku pacjentów opisywane są istotne rozbieżności w wynikach leczenia operacyjnego i konserwatywnego. Dane z piśmiennictwa wskazują, że wyniki leczenia w grupie dzieci młodszych są lepsze niż dzieci starszych i młodzieży. Fletcher i wsp. w grupie dzieci powyżej

8 roku życia podaje trzykrotnie częściej występujące złamania otwarte, większą liczbę użytych do operacji drutów Kirschnera i czterokrotnie dłuższy proces rehabilitacji co wiąże z wyższą energetyką urazu powodującego znkr [16]. W badanym materiale obniżenie siły mięśniowej stwierdzono u 22% badanych w grupie dzieci starszych, natomiast tylko u 7% dzieci młodszych. Oceniając ruch „wyprost – zgięcie” w stawie łokciowych zgodnie z kryterium Flynna wynik umiarkowany i zły w grupie dzieci młodszych był na poziomie 5%, a w grupie dzieci starszych 11,5%. Odwrotnie przedstawia się sytuacja w odniesieniu do zaburzeń osi kończyny górnej. W grupie dzieci młodszych wynik umiarkowany i zły uzyskano u 20% pacjentów, a w grupie dzieci starszych u 11%. Jest to zgodne z tendencjami opisywanymi przez innych autorów [35,66]. Lepszy wynik w zakresie zaburzeń symetrii stawu łokciowego u starszych dzieci można tłumaczyć tym, że mniejszy przyrost kończyny na długość w tym wieku będzie miał niewielki wpływ na odchylenie od osi.

Oceniając sprawność stawów łokciowych po leczeniu operacyjnym ppsdK wg klasyfikacji Flynna w całym badanym materiale wynik bardzo dobry uzyskano u 69% pacjentów, a wynik dobry u 23% badanych. Według danych z piśmiennictwa dotyczącego biomechaniki stawu łokciowego wynika, że do większości codziennych czynności wystarcza zakres ruchu od 130/120° do 30°. Natomiast do wykonywania bardziej wymagających codziennych czynności zakres ruchów powinien mieścić się między 140° a 15° [45,59]. Należy także wziąć pod uwagę fizjologiczny przeprost w stawie łokciowym, który w badanym materiale występował przede wszystkim w grupie dzieci młodszych, a jego zakres osiągał w kończynie zdrowej nawet 10°. Powoduje to sytuację, w której ograniczenie ruchomości w stawie łokciowym o 15° nadal będzie zaliczało pacjenta do grupy wyników bardzo dobrych, gdyż dochodzi co najwyżej do korekcy nadmiernego przeprostu w stawie łokciowym. Zastosowana klasyfikacja wg Flynna „zalicza” ograniczenie zakresu ruchomości i osi stawu łokciowego > 15° do grupy wyników złych.

Znacznie mniej restrykcyjna w stosunku do zakresów ruchomości w stawie łokciowym jest klasyfikacja wg Marka [35], która poszerzona jest dodatkowo o kryteria bólu i uszkodzenia naczyniowo-neurologiczne w zakresie kończyny górnej, lecz uwagi na kryteria doboru pacjentów do grupy badawczej nie oceniano funkcji kończyny w tym zakresie.

Pomijając wiek pacjentów należy pamiętać, że zniekształcenia stawu łokciowego po znkr mogą być spowodowane zaburzeniem anatomii stawu łokciowego. Jednym z celów leczenia operacyjnego znkr u dzieci jest możliwie anatomiczna repozycja i przezskórna stabilizacja odłamów kostnych, co jest niezwykle istotne dla końcowego wyniku zastosowanego leczenia. Gojenie znkr przebiega na podłożu chrzęstnym z wytworzeniem pierwotnej kostniny – tzw. typ I w klasyfikacji gojenia złamań kości długich wg McKibbin’a [42]. Powodem wytwarzania kostniny są mikroruchy w obrębie szczeliny złamania, gdyż ppsdK nie jest zespoleniem w pełni eliminującym napięcia powstające w szczelinie złamania. Na ostateczny wynik leczenia wpływa właściwa anatomiczna repozycja przemieszczonych

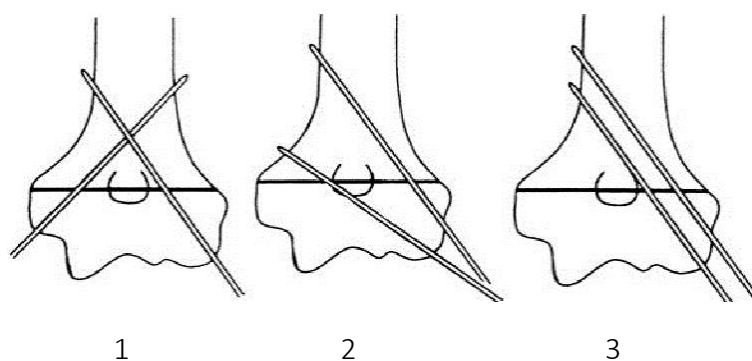
odłamów, możliwie jak najkrótszy czas utrzymywania implantów w kości ramiennej oraz umiejętnie prowadzona rehabilitacja, gdyż tylko w ten sposób uniknie się pojawienia nadmiaru zewnętrznej kostniny. Dlatego tak ważne jest możliwie anatomiczne wykonanie repozycji odłamów i stabilne ich zespolenie. W dostępnym piśmiennictwie opisywany czas utrzymywania implantów w kości ramiennej wahał się od dwóch do czterech tygodni. W Oddziale Chirurgii i Traumatologii Dziecięcej badanie rentgenowskie w okresie pooperacyjnym wykonujemy średnio w trzecim tygodniu po ppsdK i uważamy, że nie ma potrzeby wykonywania kontrolnych badań radiologicznych przed tym terminem, co jest zgodne z opiniami innych autorów [26]. W prezentowanym materiale zabieg usunięcia drutów Kirschnera wykonywano około 4 tygodnia od ppsdK i u żadnego pacjenta nie obserwowano radiologicznych objawów opóźnienia lub braku zrostu.

Ocena uzyskanych wyników badań rentgenowskich w okresie pooperacyjnym opierała się na obliczeniach zakresu kąta Baumanna, który według autora powinien wynosić od 64° do 81°. W związku z różnicami wiekowymi w budowie stawu łokciowego jego dokładne obliczenie jest dość trudne szczególnie u małych dzieci i nastolatków [57]. W dostępnym piśmiennictwie zakres pomiędzy 70° a 75° określany jest jako najbardziej fizjologiczny [44,71]. W materiale własnym kąta Baumanna 70°-75° uzyskało 54 operowanych pacjentów co stanowi 56%. Należy podkreślić, że w grupie dzieci młodszych trudno przewidzieć późne następstwa znkr, które najczęściej wyrażają zaburzeniami osi kończyny. Jedną z najczęściej obserwowanych deformacji u dzieci po przebytych znkr jest szpotawość stawu łokciowego w konsekwencji późnych następstw uszkodzenia stref wzrostowych w obrębie nasady dalszej kości ramiennej.

Oceniając satysfakcję pacjentów po zakończonym leczeniu, prawie  $\frac{3}{4}$  badanych rodziców dzieci było zadowolonych z przeprowadzonego leczenia, a 20% umiarkowanie zadowolonych pacjentów. Największą grupę stanowili pacjenci zadowoleni z krótkiego czasu hospitalizacji (77%) i z odzyskania funkcji kończyny po zakończonym leczeniu (75%). Wśród niezadowolonych najliczniejszą grupę stanowili pacjenci uskarżający się z powodu bólu (11%) i przebiegu rehabilitacji (8%). Analizując te dane należy stwierdzić, że odsetek niezadowolonych był stosunkowo niewielki. Deklarowany wysoki odsetek osób zadowolonych może wynikać z krótkiego czasu hospitalizacji i związanego z tym mniejszego stresu u dzieci i ich rodziców. Podobnie dolegliwości bólowe dziecka i prowadzenie pooperacyjnego usprawniania mogą być postrzegane jako negatywne aspekty leczenia. Badanie poziomu satysfakcji pacjenta pozostaje mimo wszystko parametrem dość subiektywnym, gdyż w ankiecie, szczególnie w grupie dzieci młodszych, w dużej mierze uczestniczą opiekunowie dzieci. Być może rozszerzenie badania satysfakcji o kryteria powrotu do poprzednich zajęć, zainteresowań czy aktywności fizycznej mogłoby nadać mu bardziej obiektywny charakter. Ten dość prosty sposób badania satysfakcji po leczeniu znkr u dzieci przy wykorzystaniu ppsdK pozwala spojrzeć

na to kryterium przede wszystkim w punkcie widzenia chorego i jego opiekunów podkreślając czas hospitalizacji jako istotny czynnik w procesie leczenia.

PpsdK jest aktualnie jedną z najczęściej wykorzystywanych metodą leczenia w przypadkach przemieszczonych znrk u dzieci. Technika repozycji z przeskórną stabilizacją drutami Kirschnera została dokładnie opisana w 1948 r przez Swensona , chociaż już w 1937 roku Sokołowski przedstawił doniesienie o zbliżonym sposobie leczenia znrk u dzieci [77]. Konfigurację wprowadzenia prętów Kirschnera dzieli się na trzy techniki: skrzyżowaną boczno-przyśrodkową *Crossed* (1), rozbieżną boczną *Divergent* (2) i równoległą boczną *Parallel* (3) (ryc. 39).



Ryc. 39. Schemat podstawowych technik przeskórnej stabilizacji drutami Kirschnera [30]

Według danych z piśmiennictwa w testach przeciążeniowych najlepszą stabilność w zakresie rotacji wewnętrznej i zewnętrznej daje technika skrzyżowanych drutów Kirschnera *Crossed* (1), natomiast w zakresie prostowania, szpotowości technika rozbieżna boczna *Divergent* (2). Obie te techniki wykazują podobną stabilność w zakresie koślawości. W technice równoległej bocznej *Parallel* (3) uzyskuje się porównywalny wynik z techniką rozbieżną boczną *Divergent* (2) tylko w zakresie kryterium prostowania w stawie łokciowym. W tabeli 20 przedstawiono wyniki testu przeciążeniowego stabilności podstawowych technik psdK opracowane przez Lee S, Mahar A, et al. Z Chlidren's Hospital and Health Center w San Diego [30].

Tab. 20. Wyniki test przeciążeniowego stabilności podstawowych technik psdK (Chlidren's Hospital and Health Center, San Diego, California, US) [30]

Kryteria przeciążenia	Crossed (1) (skrzyżowane)	Parallel (3) (równoległe)	Divergent (2) (rozbieżne)
Prostowanie [Nm/mm]	5,3 +/- 1,1	<u>7,2 +/- 1,2</u>	<u>7,6 +/- 1,7</u>
Szpotawienie [Nm/mm]	12,9 +/- 2,0	12,0 +/- 1,8	<u>14,8 +/- 2,5</u>
Koślawienie [Nm/mm]	<u>13,7 +/- 0,8</u>	6,8 +/- 2,2	<u>13,2 +/- 4,5</u>
Rotacja wewnętrzna [Nm/mm]	<u>0,23 +/- 0,003</u>	0,10 +/- 0,01	0,14 +/- 0,03
Rotacja zewnętrzna [Nm/mm]	<u>0,17 +/- 0,3</u>	0,08 +/- 0,03	0,10 +/- 0,02

Podnoszona często kwestia zwiększonego ryzyka wystąpienia jatrogennego uszkodzenia nerwu łokciowego podczas ppsdK techniką *Crossed* nie potwierdziła się w prezentowanym materiale.

Zaproponowane kryteria czasowe wykonania tej procedury niosą za sobą dobre wyniki leczenia i niskie ryzyko wystąpienia wielu powikłań opisywanych w piśmiennictwie. Część cytowanych autorów u oparciu o duże grupy pacjentów wyciąga podobne wnioski [34,67]. Nie sposób pominąć również tych, którzy nadal nie doceniają korzyści płynących z zastosowania pilnego leczenia operacyjnego, chociażby w kontekście ograniczenia możliwych powikłań znkr, a szczególnie zespołu ciasnoty międzypowięziowej lub wyraźnego spadku odczuwania bólu w okresie pooperacyjnym [8,9,11]. Nie bez znaczenia jest również czynnik ekonomiczny, który jest korzystniejszy dla ppsdK [63]. Decyzja o wyborze optymalnego czasu leczenia operacyjnego musi być również uzależniona od doświadczenia ośrodka w leczeniu tego typu urazów.



## 6. WNIOSKI

---

1. Zamknięta repozycja z przezskórną stabilizacją drutami Kirschnera powinna być leczeniem z wyboru u pacjentów ze złamaniem nadkłykciowym kości ramiennej w typach przemieszczeń 2B, 3A i 3B wg klasyfikacji Wilkinsa, bez powikłań naczyniowych.
2. Wczesne podjęcie właściwego leczenia pacjentów ze złamaniem nadkłykciowym kości ramiennej istotnie ułatwia repozycję złamania podczas zabiegu pierwotnej przezskórnej stabilizacji drutami Kirschnera, ogranicza odsetek konwersji oraz pozwala na wczesne włączenie zabiegów usprawniających czynność stawu łokciowego.
3. Najlepsze wyniki leczenia znkr zaobserwowano w grupie dzieci młodszych zarówno w obszarze zakresów ruchomości kończyny w stawie łokciowym, zaburzeń osi oraz ogólnej sprawności kończyny górnej.
4. Zastosowanie pierwotnej przezskórnej stabilizacji drutami Kirschnera pozwoliło na znaczące skrócenie czasu hospitalizacji, który u ponad połowy pacjentów nie przekraczał 24 godzin.

## 7. STRESZCZENIE

---

### 7.1 Wstęp

Leczenie przemieszczonych znkr u dzieci nadal stanowi trudny problem leczniczy. Jest to związane z lokalizacją złamania i wynikającymi stąd możliwymi powikłaniami nerwowymi i naczyniowymi w zakresie kończyny górnej oraz problemami ruchowymi stawu łokciowego o charakterze sztywności stawowej lub zaburzeń osiowych kończyny. Metoda leczenia operacyjnego ppsdK jest uznaną na świecie standardową procedurą leczenia przemieszczonych znkr u dzieci. Kwestią otwartą nadal pozostaje czas upływający od urazu do interwencji chirurgicznej.

### 7.2 Cel pracy

Celem pracy jest

1. Opracowanie algorytmu kwalifikacji pacjentów z przemieszczonymi złamaniami nadkłykciowymi kości ramiennej.
2. Przedstawienie wyników leczenia pacjentów zakwalifikowanych do pierwotnej przezskórnej stabilizacji drutami Kirschnera w zakresie funkcji, morfologii i ewentualnych powikłań.
3. Ocena wpływu wieku pacjenta na końcowe efekty leczenia.
4. Wpływ zastosowania pierwotnej przezskórnej stabilizacji drutami Kirschnera na czas hospitalizacji leczonych pacjentów.

### 7.3. Materiał i metodyka

Materiał stanowiło 96 pacjentów w wieku od 20 miesięcy do 17 lat leczonych z powodu znkr. Leczenie operacyjne przeprowadzono przezskórną stabilizacją drutami Kirschnera w czasie do 6 godzin od doznanego urazu. Opisano czynność i budowę 96 stawów łokciowych w 2 grupach wiekowych: 2–8 lat oraz 9–17 lat. W tym celu wykonano badanie podmiotowe i przedmiotowe chorych z oceną dostępnych badań rentgenowskich. Dodatkowo dokonano oceny doznań bólowych wg skali FAS i opisano czas hospitalizacji pacjentów poddanych ppsdK.

## 7.4. Wyniki

Analizując funkcję stawów łokciowych u wszystkich pacjentów po leczeniu ppsdK wg kryteriów Flynna uzyskano 69% bardzo dobrych wyników, z tym, że grupie pacjentów młodszych odsetek ten był na poziomie 70%, a w grupie starszych dzieci 67%. Wynik umiarkowany i zły w zakresie ruchomości stawu łokciowego uzyskano u 5% dzieci młodszych i 11,5% dzieci starszych. W przypadku oceny zaburzeń osi kończyny odsetek pacjentów z wynikiem zadawalającym i złym jest wyższy w grupie dzieci młodszych 20% niż dzieci starszych 11%. Obniżenie siły mięśniowej mierzone w sposób subiektywny wykazało, iż w grupie pacjentów starszych dotyczyło 22% dzieci, natomiast w grupie młodszych tylko 7% dzieci.

Oceniając doznania bólowe u pacjentów ze znkr przed leczeniem operacyjnym oraz w dwóch przedziałach czasowych po operacji (6–12 godzin oraz 12–24 godziny) stwierdzono, iż odsetek chorych odczuwających ból w 4 stopniu nasilenia według FAS zmniejszył się z 54% przed operacją do 22% po upływie 6–12 godzin po zabiegu i 7 % po 12–24 godzinach po operacji.

Analizując pooperacyjne badania rentgenowskie dotyczące odtworzenia kąta Baumanna, u 56% pacjentów mieścił się on w granicach 70°–75°, u 39% w granicach 65°–70°, natomiast u 5% w granicach 75°–80°. Nie obserwowano zaburzeń zrostowych, a u 8 pacjentów (8,3%) stwierdzono nieprawidłowe położenie implantów, które nie miało wpływu na końcowy efekt leczenia.

57 pacjentów ze znkr poddanych ppsdK było hospitalizowanych do 24 godzin, 30 dzieci do 48 godzin, a tylko 9 powyżej 48 godzin.

Oceniając badanie satysfakcji pacjentów na podstawie ankiety, 92% było zadowolonych i umiarkowanie zadowolonych z leczenia. Najistotniejszy dla pacjentów i ich opiekunów był czas hospitalizacji i funkcja kończyny po zakończonym leczeniu.

## 7.5. Wnioski

1. Przeszkórna stabilizacja drutami Kirschnera powinna być leczeniem z wyboru u pacjentów ze złamaniem nadkłykciowym kości ramiennej w typach przemieszczeń 2B, 3A i 3B wg klasyfikacji Wilkinsa, bez powikłań naczyniowych.
2. Wczesne podjęcie właściwego leczenia pacjentów ze złamaniem nadkłykciowym kości ramiennej istotnie ułatwia repozycję złamania podczas zabiegu pierwotnej przeszskórnej stabilizacji drutami Kirschnera, ogranicza odsetek konwersji oraz pozwala na wczesne włączenie zabiegów usprawniających czynność stawu łokciowego.

3. Najlepsze wyniki leczenia znkr zaobserwowano w grupie dzieci młodszych zarówno w obszarze zakresów ruchomości kończyny w stawie łokciowym, zaburzeń osi oraz ogólnej sprawności kończyny górnej.
4. Zastosowanie pierwotnej przezskórnej stabilizacji drutami Kirschnera pozwoliło na znaczące skrócenie czasu hospitalizacji, który u ponad połowy pacjentów nie przekraczał 24 godzin.

## 8. ABSTRACT

---

### 8.1. Introduction

The displaced distal humerus fractures in children are still a difficult problem of the treatment. It is connected with a location of fractures and possibility of the nervous and vascular morbidity of upper limb and the stiff elbow or the limb axis disorder. Operative treatment by primary percutaneous fixation with Kirschner wires is well-established modality of displaced distal humerus fractures in children. Unsettled question is preoperative timing.

### 8.2. The aim of research

1. Algorithm of the qualification analysis for patients with displaced distal humerus fractures.
2. Treatment results evaluation for patients qualified to primary pfw in the scope of function, morphology and possible complications.
3. Analysis of patients' age and its influence on the final results of the treatment
4. Analysis of used surgical methods and their influence on the hospital treatment period.

### 8.3. Material and methods

The material was 96 patients at the age of 20 months to 17 years treated for distal humerus fractures. Operative treatment was done by primary percutaneous fixation with Kirschner at 6 hrs from fracture. I described action and structure of 96 elbows at 2 age categories : 2-8 years and 9-17 years. Furthermore, to that end the clinical examination was performed based on X-ray research. Additionally, the assessment of pain sensation during hospital treatment by scale FAS was done and time of hospitalisation of patients who were treated by pfw was described.

### 8.4. Results

Analysing the function of damaged elbows after surgical treatment of all patients according to Flynn's scale we can write that 69% of the patients achieved very good results. In groups division it was as follows 70% in a group of younger patients and 67% in a group of older patients. Satisfactory and poor results of the elbow's function achieved at 5% of the younger group and 11,5% of the older group of patients. In the case of the axis disorder the proportion of the patients with satisfactory and poor results was upper of the younger group (20%) than the older group (11%). The decline of the strength muscles that was

measured in a subjective way occurred in the older group in the case of 22% of children and in the younger group it was 7% of patients. The post-operative X-rays concerning Baumann's angle reconstruction show that at 56% of patients it was between 70°–75°, at 39% between 65°–70° and at 5% of children it was between 75°–80°. Fifty seven patients with displaced distal humerus fractures were hospitalised less than 24 hours, 30 further children had to stay in hospital up to 48 hours and only 9 of the whole group spent more than 48 hours. Satisfaction of patients according to the questionnaire was acceptable and reasonably acceptable in 92% of children. The most important things both for patients and for their parents were the time of hospitalisation and the limb function after surgery.

## 8.5. Conclusions

1. Primary percutaneous fixation with Kirschner wires is a minimally invasive surgery with low risk of complications and that is why it should be recommended for patients with displaced distal humerus fractures in type 2B, 3A and 3B under Wilkins classification without intercurrent blood vessels and nerves injury.
2. Early surgery treatment is the key decision on good outcomes. The prowess of elbow is received on 91% of patients without important complications of surgery and later follow ups.
3. The best result of the surgical treatment were observed in younger children group of children. It is referred not only to the range of the limb movement but also to the axis disorder and general prowess.
4. The primary percutaneous fixation with Kirschner wires used made the time of hospitalisation shorter. It lasted on average 1,5 of a day and at 60% of the patients was longer than 24 hours. Important decline pain sensation after surgery was the most important factor which determined the possibility of ending the hospitalisation.

## 9. PIŚMIENICTWO

---

1. Abzug JM, Herman MJ. Management of supracondylar humerus fractures in children: current concepts. *J Amer Acad of Orthop Surg* 2012; vol 5: 54-62
2. Bahk MS, Srikumaran U, Ain MC, et al. Patterns of pediatric supracondylar humerus fractures. *J Pediatr Orthop* 2008; 28: 493-499
3. Bales J, Spencer H et al. The effect of surgical delay on the outcome of pediatric supracondylar humeral fractures. *J Pediatr Orthop* 2010; 30: 785-791
4. Ballal MS, Garg NK, Bass A, et al. Comparison between collar and cuffs and above elbow backslabs in the initial treatment of Gartland type 1 supracondylar humerus fractures. *J Pediatr Orthop B* 2008; 17: 57-60
5. Battaglia TC, Armstrong DG, Schwend RM, et al. Factors affecting forearm compartment pressures in children with supracondylar fractures of the humerus. *J Pediatr Orthop* 2002; 22:431-429
6. Beaty J, Kasser J Rockwood and Wilkins' fractures in children. Lippincott Williams&Wilkins; 2010: 487-532
7. Blakey CM, Biant LC, Birch R et al. Ischaemia and the pink, pulseless hand complicating supracondylar fractures of the humerus in childhood: long-term follow-up. *J Bone Joint Surgery (Br)* 2009; 91: 1487-1492
8. Carbonell PG, Prats FL, Fernandez PD et al. Monitoring antebrachial compartmental pressure in displaced supracondylar elbow fractures in children *J Pediatr Orthop B* 2004; 13: 412-416
9. Carmichael KD, Joyner K. Quality of reduction versus timing of surgical intervention for paediatric supracondylar humerus fractures. *Orthopaedics* 2006; 29: 628-632
10. Charnley J. Supracondylar fractures of the humerus in children. The closed treatment of common fractures. Cambridge, UK: Colt Books, 1999, pp.105-115
11. Choi P, Melikian R, Skaggs D. Risk factors for vascular repair and compartment syndrome in the pulseless supracondylar humerus fractures in children. *J Pediatr Orthop* 2010; 30: 50-56
12. Cramer KE, Devito DP, Green NE et al. Comparison of closed reduction and percutaneous pinning versus open reduction and percutaneous pinning in displaced supracondylar fractures of the humerus in children. *J Orthop Trauma* 1992; 6: 407-412
13. Culp RA, Osterman AL, Davidson RS et al. Neural injuries associated with supracondylar fractures of the humerus in children. *J Bone Joint Surg (Am)* 1990; 72-A: 1211-1215
14. Farnsworth CL, Silva PD, Mubarak SJ. Etiology of supracondylar humerus fractures. *J Pediatr Orthop B* 1998; 18(1): 38-42
15. Fitzgibbons P, Bruce B, Got C et al. Predictors of failure of nonoperative treatment for type-2 supracondylar humerus fractures *J Pediatr Orthop* 2011; 31: 372-376
16. Fletcher N, Schiller J, Garg S et al. Increased severity of type III supracondylar humerus fractures in the preteen population. *J Pediatr Orthop* 2012; 32: 567-572
17. France J, Strong M. Deformity and function in supracondylar fractures of the humerus in children variously treated by closed reduction and splinting, traction and percutaneous pinning. *J Pediatr Orthop* 1992; 12: 494-498
18. Gadgil A, Hayhurst C, Maffuli N et al. Elevated, straight arm traction for supracondylar fractures of the humerus in children. *J Bone Joint Surg (Br)* 2005; 87-B: 82-87

19. Gartland JJ. Management of supracondylar fractures of the humerus in children. *Surg Gynecol Obstet* 1959; August: 145–154
20. Gordon J, Patton M et al. Fracture stability after pinning of displaced supracondylar distal humerus fractures in children. *J Pediatr Orthop* 2001;21:313–318
21. Gupta N, Kay RM, Leitch K et al. Effect of surgical delay on perioperative complications and need for open reduction in supracondylar humerus fractures in children. *J Pediatr Orthop* 2004; 24: 245–248
22. Havlas V, Trc T et al. Manipulation of pediatric supracondylar fractures of humerus in prone position under general anesthesia. *J Pediatr Orthop* 2008; 28: 660–664
23. Houshian S, Mehdi B, Larsen MS et al. The epidemiology of elbow fracture in children: analysis of 355 fractures, with special reference to supracondylar humerus fractures. *J Orthop Sci* 2001; 6: 312–315
24. Iobst CA, Spurdle C, King WF et al. Percutaneous pinning of pediatric supracondylar humerus fractures with the semi-sterile technique: the Miami experience. *J Pediatr Orthop* 2007; 27: 17–22
25. Iyengar SR, Hoffinger SA, Townsend DR et al. Early versus delayed reduction and pinning of type III displaced supracondylar fractures of the humerus in children: a comparative study. *J Orthop Trauma* 1999; 13: 51–55
26. Karamitopoulos M, Dean E, Littleton A, Kruse R. Postoperative radiographs after pinning of supracondylar humerus fractures: are they necessary? *J Pediatr Orthop* 2012; 32: 672–674
27. Kasser JR, Beaty JH. *Supracondylar fractures of the distal humerus. Rockwood and Wilkins' fractures in children.* Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins, 2006, pp.543–590
28. Kobylarz K, Szlachta-Jezioro I. *Ból u dzieci. [W:] Leczenie bólu.* Wordliczek J., Dobrogowski J. (red.). Wydawnictwo Lekarskie PZWL. Warszawa, 2011
29. Lee KM, Chung CY, Gwon DK et al. Medial and lateral crossed pinning versus lateral pinning for supracondylar fractures of the humerus in children: decision analysis. *J Pediatr Orthop* 2012; 32: 131–138
30. Lee S, Mahar A et al. Displaced pediatric supracondylar humerus fractures: biomechanical analysis of percutaneous pinning techniques. *J Pediatr Orthop* 2002; 22: 440–443
31. Leet AI, Frisancho J, Ebrahimzadeh E. Delayed treatment of type 3 supracondylar humerus fractures in children. *J Pediatr Orthop* 2002; 22: 203–207
32. Leitch KK, Kay RM, Femino JD et al. Treatment of multidirectionally unstable supracondylar fractures in children: a modified Gartland type IV fracture. *J Bone Joint Surg (Am)* 2006; 88-A: 980–985
33. Liu R, Roocroft J, Bastrom T, Yaszay B. Surgeon learning curve for pediatric supracondylar fractures. *J Pediatr Orthop* 2011; 31: 818–824
34. Loizou CL, Simillis C, Hutchison JR et al. A systematic review of early versus delayed treatment for type III supracondylar humeral fractures in children. *Injury* 2009; 40: 245–248
35. Lorczyński A, Ceynowa M et al. Odległe efekty leczenia złamań dalszego odcinka kości ramiennej u dzieci. *Ann. Acad. Med. Gedan.* 2006, 21–32
36. Luria S, Sucar A, Eylon S et al. Vascular complications of supracondylar humeral fractures. *J Pediatr Orthop B* 2007; 16: 133–143
37. Lutz N, Audige' L, Schmittenebecher P et al. Diagnostic algorithm for a validated displacement grading of pediatric supracondylar fractures. *J Pediatr Orthop* 2011; 31: 117–123
38. Lyons ST, Quinn M, Stanitski CL et al. Neurovascular injuries in type 3 humeral supracondylar fractures in children. *Clin Orthop Rel Res* 2000; July: 62–67



39. Mangat KS, Martin A, Bache CE et al. The 'pulseless pink' hand after supracondylar fractures of the humerus in children: the predictive value of nerve palsy. *J Bone Joint Surg (Br)* 2009; 91: 1521–1525
40. Mangwani J, Nadarajah R, Paterson JM et al. Supracondylar humeral fractures in children: 10 years experience in a teaching hospital. *J Bone Joint Surg (Br)* 2006; 88: 362–365
41. McKeon K, O'Donnell J, Bashyal R et al. Immobilization after pinning of supracondylar fractures in children: use of the A-frame cast. *J Pediatr Orthop* 2012; 32: e1–e5
42. McKibbin B. The biology of fracture healing in long bones. *J Bone Joint Surg Br*, 1978 May 60-B : 150–162
43. Mehlman CT, Strub WM, Roy DR, Wall EJ, Crawford AH. The effect of surgical timing on the perioperative complications of treatment of supracondylar humeral fractures in children. *J Bone Joint Surg Am* 2001; 83(3):323–327
44. Mohammad S, Rymaszewski LA, Runciman J et al. The Baumann angle in supracondylar fractures of the distal humerus in children. *J Pediatr Orthop* 1999; 19: 65–69
45. Morrey BF, Askew LJ, Chao EY. A biomechanical study of normal functional elbow motion. *J Bone Joint Surg (Am)* 1981,63,6,872.
46. Mubarak SJ, Carroll NC. Volkman's contracture in children: aetiology and prevention. *J Bone Joint Surg Br*. 1979;61- B 285–293
47. Okłot K. Urazy układu kostno-stawowego u dzieci. Ch 7. Warszawa 1998
48. Omid R, Choi PD, Skaggs D et al. Supracondylar humeral fractures in children. *J Bone Joint Surg (Am)* 2008; 90-A: 1121–1132
49. Pituchowa-Sokołowska J. Anatomia człowieka. Warszawa 1988
50. Prietto CA. Supracondylar fractures of the humerus: a comparative study of Dunlop's traction versus percutaneous pinning. *J Bone Joint Surg (Am)* 1979; 54-A: 425–428
51. Ramachandran M, Skaggs DL, Crawford HA et al. Delaying treatment of supracondylar fractures in children: has the pendulum swung too far?. *J Bone Joint Surg (Br)* 2008; 90-B: 1228–1233
52. Roposch A, Reis M, Molina M et al. Supracondylar fractures of the humerus associated with ipsilateral forearm fractures in children: a report of forty-seven cases. *J Pediatr Orthop* 2001; 21: 307–312
53. Sabharwal S, Tredwell SJ, Beauchamp RD et al. Management of pulseless pink hand in pediatric supracondylar fractures of the humerus. *J Pediatr Orthop* 1997; 17: 303–310
54. Schaffer K, Bohm RE, Dietz HG et al. Elastic intramedullary nailing (ESIN) of supracondylar fractures of the humerus in children. *Unfallchirurg* 2007; 110: 852–858
55. Sibinski M, Sharma H, Bennet GC et al. Early versus delayed treatment of extension type-3 supracondylar fractures of the humerus in children. *J Bone Joint Surg (Br)* 2006; 88-B: 380–381
56. Silva M, Wong T, Bernthal N. Outcomes of reduction more than 7-days after injury supracondylar humerus fractures in children *J Pediatr Orthop* 2011; 31: 751–756
57. Simanovsky N, Lamdan R, Hiller N et al. The measurements and standardization of humerocondylar angle in children. *J Pediatr Orthop* 2008; 28: 463–465
58. Simanovsky N, Lamdan R, Mosheiff R et al. Under-reduced supracondylar fracture of the humerus in children: clinical significance at skeletal maturity. *J Pediatr Orthop* 2007; 27: 733–738
59. Sjobjerg JO. The stiff elbow *Acta Orthop. Scand.* 1996, 67,6, 626.
60. Snela S, Bielak R. Wczesne wyniki leczenia złamań nadkłykciowych kości ramiennej u dzieci *Chir.Narz. Ruchu Ortop. Pol.* 2002, 67, 6, 573.

61. Spencer H, Dorey F, Zionts L et al. Type II supracondylar humerus fractures: can some be treated nonoperatively? *J Pediatr Orthop* 2012; 32: 675–681
62. Stanley D, Trail I. *Operative elbow surgery*. London 2012, Ch 8-9, 119–144
63. Sutton WR, Greene WB, Georgopoulos G. Displaced supracondylar humeral fractures in children: a comparison of results and costs in patients treated by skeletal traction versus percutaneous pinning. *Clin Orthop Relat Res*. 1992. Vol 278; 81–87
64. Swanson CE, Chang K, Schleyer E, Pizzutillo P, Herman M. Postoperative pain control after supracondylar humerus fracture fixation. *J Pediatr Orthop* 2012; 32: 452–455
65. Tellisi N, Abusetta G, Day M et al. Management of Gartland's type 3 supracondylar fractures of the humerus in children: the role of audit and practice guidelines. *Injury* 2004; 35: 1167–1171
66. Tosounidis T, Kontakis G, Nikolaou V et al. Fracture healing and bone repair: an update. *Trauma* July 2009 vol. 11 no. 3 145–156
67. Walmsley PJ, Kelly MB, Robb JE et al. Delay increases the need for open reduction of the type-III supracondylar fractures of the humerus. *J Bone Joint Surg (Br)* 2006; 88-B: 528–530
68. White L, Mehlman C, Crawford A. Perfused, pulseless and puzzling: a systematic review of vascular injuries in pediatric supracondylar fractures and results of a POSNA questionnaire. *J Pediatr Orthop* 2010; 30: 328–335
69. Wilkins KE. *Fractures and dislocations of the elbow region*. Rockwood CA, Vol.3 JB Lippincott Co 1984; 363–575
70. Wind WM, Schwend RM, Armstrong DG. Predicting ulnar nerve location in pinning of supracondylar humerus fractures. *J Pediatr Orthop* 2002; 22: 444–447
71. [www.aosurgery.com](http://www.aosurgery.com) [Online]
72. Zeno L. New technique in the treatment of fractures of the forearm. *J Bone Joint Surg Am*, 1938 Jan 01; 229–230
73. Gerhart J, Russe O. *International SFTR method of measuring and recording joint motion*. ISBN [0815174691] 1975.
74. [www.muzeum.anatomia.umlub.pl](http://www.muzeum.anatomia.umlub.pl) [Online]
75. [www.radiologyassistant.nl](http://www.radiologyassistant.nl) [Online]
76. Marciniak W., Szulc A. *Wiktora Degi Ortopedia i Rehabilitacja* ISBN: 9788320037920, 2008
77. Sokołowski T. Leczenie nadkłykciowego złamania kości ramiennej u dzieci przezskórnym przebieciem drutem. *Chirurg Polski*, 1937; 1:328-330

## 10. SPIS TABEL I RYCIN

---

### Spis Tabel

Tab. 1. Punkty kostnienia w stawie łokciowym	8
Tab. 2. Działanie mięśni stawu łokciowego	10
Tab. 3. Klasyfikacja złamania nadkłykciowego kości ramiennej typu wyprostnego wg Gartlanda (1959).	16
Tab. 4. Klasyfikacja złamania nadkłykciowego kości ramiennej typu wyprostnego wg Wilkinsa (1984).	17
Tab. 5. Klasyfikacja gojenia złamań kości długich wg McKibbin'a (1978)	21
Tab. 6. Charakterystyka wczesnych i utrwalonych objawów niedokrwiennego przykurczu Volkmana	23
Tab. 7. Kryteria włączenia do badanej grupy.	26
Tab. 8. Kryteria wyłączenia z badanej grupy	27
Tab. 9. Mechanizm urazu w znrk w u dzieci w grupach wiekowych 2–8 lat oraz 9–17 lat	29
Tab. 10. Indywidualna karta obserwacji funkcji ręki po ppsdK	32
Tab. 11. Kryteria oceny funkcji stawu łokciowego po leczeniu według Flynna	33
Tab. 12. Prawidłowe zakresy ruchów w stawie łokciowym wg ISOM [76].	34
Tab. 13. Kryteria oceny satysfakcji pacjenta/opiekuna wg schematu własnego	35
Tab. 14. Charakterystyka grup wiekowych w zależności od typu złamania według klasyfikacji Wilkinsa (n=96)	36
Tab. 15. Ocena sprawności kończyny górnej w zakresie ruchów w stawie łokciowym wg kryteriów Flynn'a w badanym materiale, po zakończonym leczeniu (n=96)	37
Tab. 16. Ocena sprawności kończyny górnej w zakresie osi stawu łokciowego wg kryteriów Flynn'a w badanym materiale po zakończonym leczeniu (n=96)	37
Tab. 17. Radiogramy z nieprawidłowym położeniem implantów po zabiegu ppsdK . Brak „zakotwiczenia” co najmniej dwóch drutów Kirschnera w przeciwległej warstwie korowej odłamu bliższego.	44
Tab. 18. Wyniki badania satysfakcji pacjentów na podstawie przeprowadzonej ankiety	46
Tab. 19. Algorytm postępowania terapeutycznego w znrk	50
Tab. 20. Wyniki test przeciążeniowego stabilności podstawowych technik psdK (Chlidren's Hospital and Health Center, San Diego, California, US) [30]	56

### Spis Rycin

Ryc. 1. Kilkuletnie dziecko upadające z wysokości na wyprostowaną i niedominującą kończynę górną [14]	6
Ryc. 2. Przyczyny urazu w złamaniu nadkłykciowym kości ramiennej u dzieci	6
Ryc. 3. Budowa nasady dalszej kości ramiennej od strony powierzchni przedniej	7

Ryc. 4. Schemat punktów kostnienia w obrębie nasady dalszej kości ramiennej w odniesieniu do wieku dziecka [27].	8
Ryc. 5. Anatomia najważniejszych struktur mięśniowych w okolicy stawu łokciowego [74]	9
Ryc. 6. Tętnice i nerwy okolice łokcia na powierzchni przedniej [74]	12
Ryc. 7. Schemat mechanizmu wyprostnego złamania nadkłykciowego kości ramiennej [75]	13
Ryc. 8. Złamanie nadkłykciowe kości ramiennej – typ wyprostny (1) i typ zgięciowy (2)	13
Ryc. 9. Złamanie ndkr z przemieszczeniem III stopnia – widok z boku i AP	14
Ryc. 10. Prawidłowe ułożenie kończyny górnej do wykonania projekcji bocznej stawu łokciowego	15
Ryc. 11. Warianty przebiegu szczeliny złamania w projekcji przednio-tylnej (Leitch i wsp. Department of Orthopaedic Surgery, The John Hopkins University, Baltimore) [32]	18
Ryc. 12. Warianty przebiegu szczeliny złamania w projekcji bocznej (Leitch i wsp. Department of Orthopaedic Surgery, The John Hopkins University, Baltimore) [32]	18
Ryc. 13. Zmiana ciśnienia w przedziałach międzypowięziowych po ppsdK. (Carbonell i wsp.) [8]	24
Ryc. 14. Charakterystyka chorych poddanych badaniu wg płci	27
Ryc. 15. Charakterystyka chorych poddanych badaniu wg grup wiekowych (n=96)	28
Ryc. 16. Charakterystyka chorych wg klasyfikacji Wilkinsa, n=96	29
Ryc. 17. Rozkład leczonych złamań w modyfikacji Wilkinsa w Grupie 1, n=60	30
Ryc. 18. Rozkład leczonych złamań w modyfikacji Wilkinsa w Grupie 2, n=36	30
Ryc. 19. Schemat postępowania w znkr u dzieci	31
Ryc. 20. Zmodyfikowana twarzowa skala bólu FAS (Facial Affective Scale). 1 – brak bólu; 2- ból lekki, 3- ból umiarkowany; 4 – ból silny; 5 – ból nie do zniesienia	32
Ryc. 21. Zastosowane schematy leczenia przeciwbólowego w znkr w badanym materiale	33
Ryc. 22. Schemat opisujący pomiar kąta Baumanna [44]	34
Ryc. 23. A. Pomiar prawidłowego kąta Baumanna na zdjęciu radiologicznym w projekcji AP; B. Ocena radiologiczna linii <i>humero-capitellar</i> na projekcji bocznej	35
Ryc. 24. Zakres ruchomości w stawie łokciowym w grupach wiekowych w poszczególnych przedziałach wg kryteriów Flynna	38
Ryc. 25. Zakres zmian osi kończyny górnej w grupach wiekowych w poszczególnych przedziałach wg kryteriów Flynna	38
Ryc. 26. Wyniki w poszczególnych grupach wiekowych ruchomości stawu łokciowego z podziałem na 4 zakresy wg kryteriów Flynna	39
Ryc. 27. Wyniki zaburzeń osi kończyny górnej w grupach wiekowych z podziałem na 4 zakresy wg kryteriów Flynna	39
Ryc. 28. Ocena sprawności funkcji kończyny górnej po znkr (n=96)	39
Ryc. 29. Odsetek zaburzeń funkcji kończyny górnej po przebytym znkr w grupach wiekowych (łącznie wynik umiarkowany i zły)	40

Ryc. 30. Charakterystyka zastosowanych schematów leczenia przeciwbólowego wg FAS (P+T – paracetamol+tramadol, P – paracetamol, O – opiaty)	41
Ryc. 31. Rozkład zmian stopnia nasilenia bólu u pacjentów przed i po operacji w oparciu o zmodyfikowaną skalę według FAS	41
Ryc. 32. Analiza odtworzenia kąta Baumanna a.65–70° b.70–75° c.75–80°	42
Ryc. 33. Analiza procentowa odtworzenia kąta Baumanna po ppsdK	42
Ryc. 34. Analiza ilościowa nieprawidłowego położenia implantów po ppsdK	43
Ryc. 35. Czas (w godzinach) od chwili urazu do zgłoszenia się na oddział	45
Ryc. 36. Pora doby, w której doszło do znr.	45
Ryc. 37. Średni czas hospitalizacji pacjentów po ppsdK	46
Ryc. 38. Rozkład procentowy wyników satysfakcji pacjentów po zakończonym leczeniu	46
Ryc. 39. Schemat podstawowych technik przezskórnej stabilizacji drutami Kirschnera [30]	55