

lek. Marta Ponieważ-Pawlicz

**WYBRANE ASPEKTY OBRAŹEŃ CZASZKOWO-
MÓZGOWYCH W KONTEKŚCIE BADAŃ OBRAZOWYCH
TOMOGRAFII KOMPUTEROWEJ U DZIECI LECZONYCH
W SZPITALACH PEDIATRYCZNYCH**

Promotor: dr hab. n. med. *Czesław Żaba*

Katedry i Zakładu Medycyny Sądowej Uniwersytet Medyczny
im. Karola Marcinkowskiego
w Poznaniu



Kolegium Nauk Medycznych
Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu

Podziękowania

Składam serdeczne podziękowania Panu Promotorowi dr. hab. n. med. Czesławowi Żabie za ogromną życzliwość i pomoc podczas pisania niniejszej rozprawy doktorskiej.

Dziękuję również Mojemu Mężowi, a przede wszystkim moim Dzieciom, za wsparcie jakim mnie obdarzyli oraz za wyrozumiałość niespędzonego wspólnie czasu.

Dziękuję mojemu Tacie, który po niedawnej śmierci Mamy, był w stanie otoczyć mnie ojcowskim wsparciem, które w tym trudnym dla Nas momencie było mi bardzo potrzebne i bez którego nie powstałaby ostatecznie ta praca doktorska.

Dziękuję mojej Rodzinie, Przyjaciółom oraz wszystkim Innym Życzliwym Osobom, za cenne rady, słowa wsparcia i wszelką pomoc.

Spis treści

1. WSTĘP	7
1.1 Epidemiologia urazów w Polsce i na świecie	7
1.2 Uraz a obrażenia – definicja i rodzaje	9
1.2.1 Uraz, obrażenie – definicje	9
1.2.2 Obrażenia – podział	9
1.3 Rejestracja urazów	10
1.3.1 Plan działań na rzecz bezpieczeństwa dzieci (Child Safety Action Plans – CSAP)	10
1.3.2 Światowy raport na temat zapobiegania urazom dzieci (World report on child injury prevention)	11
1.3.3 Działy obejmujące strategię, prewencję urazów, bezpieczeństwo dzieci w Polsce	11
1.4 Wybrane skale oceniające ciężkość obrażeń	12
1.4.1 Skala AIS	12
1.4.2 Skala ISS	13
1.4.3 Skale urazów stosowane u dzieci	14
1.4.3.1 Skala śpiączki Glasgow GCS (Glasgow Coma Scale)	14
1.4.3.2 Pediatryczna skala Glasgow CCS	14
1.4.3.3 Skala ciężkości urazów u dzieci (Pediatric Trauma Score – PTS)	15
1.5 Specyfika urazów w grupie pacjentów pediatrycznych	16
1.5.1 Najczęstsza lokalizacja obrażeń i jego rodzaje	16
1.6 Postępowanie z pacjentem po urazie	17
1.6.1 Wytyczne ze zjazdu chirurgów dziecięcych	18
1.6.2 Algorytmy PECARN, CHALINCE, CATCH	19
1.6.2.1 PECARN – Pediatric Emergency Care Applied Research Network (sieć badań stosowanych w ratunkowej opiece pediatrycznej)	19
1.6.2.2 CATCH (Canadian Assessment of Tomography for Childhood Head Injury – Kanadyjska ocena użycia TK w urazach głowy u dzieci)	19

1.6.2.3 CHALINCE (Children's Head Injury Algorithm for the Predictions of Clinical Events, ang; Algorytm urazu głowy u dzieci do przewidywania ważnych zdarzeń klinicznych)	20
1.7 Rola diagnostyki obrazowej w diagnostyce pacjentów pediatrycznych po urazach głowy	20
1.7.1 Ultrasonografia (USG)	21
1.7.2 Radiografia (RTG).....	23
1.7.3 Tomografia komputerowa (TK)	24
1.7.4 Rezonans magnetyczny (MR)	25
1.7.5 Organizacja w przygotowaniu do badania	25
1.7.6 Ochrona radiologiczna pacjenta	26
1.8 Skutki urazu głowy i jego konsekwencje.....	27
1.9 Przepisy dotyczące sekcji zwłok.....	28
1.9.1 Postępowanie i protokoły sekcyjne	29
2. CELE PRACY.....	30
3. MATERIAŁ I METODYKA	31
3.1 Materiał	31
3.2 Metodyka.....	32
3.3 Ocena statystyczna	34
4. WYNIKI.....	36
4.1 Powszechność urazów.....	36
4.1.1 Powszechność urazów pod względem płci i zdarzenia	36
4.1.2 Różnice w określonych zdarzeniach w zależności od wieku	38
4.1.3 Powszechność urazów pod kątem pory roku i dnia tygodnia.....	40
4.2 Ciężkość obrażeń i ich rodzaje.....	42
4.2.1 Zakres badań obrazowych i ich wyniki	42
4.2.2 Analiza statystyczna z uwzględnieniem określonego zdarzenia jako przyczyna zgonu w odpowiednich grupach wiekowych	48
4.2.3 Analiza statystyczna z uwzględnieniem zmian opisywanych w badaniu TK względem zgonu (obejmująca całą grupę badaną)	49

4.2.4	Analiza statystyczna wykazująca różnicę w zależności od wdrożonego postępowania oraz długości hospitalizacji z uwzględnieniem całej grupy badanej	49
4.2.5	Skutki obrażeń	51
4.2.5.1	Ocena TK jako element prognostyczny późnych powikłań.....	53
4.3	Protokoły sekcyjne a badania tomografii komputerowej.....	56
4.3.1	Przeszczepy narządów	58
5.	OMÓWIENIE I DYSKUSJA.....	59
6.	WNIOSKI.....	69
7.	STRESZCZENIE	70
8.	ABSTRACT	72
9.	SPIS TABEL I RYCIN	75
10.	PIŚMIENNICTWO	79

INDEKS SKRÓTÓW

AAAC – Stowarzyszenie na rzecz rozwoju medycyny motoryzacyjnej Amerykańskiego Towarzystwa Medycznego (Committee on Medical Aspects of Automotive Injury, ang.)

AIS – skróconą skalę obrażeń (abbreviated injury scale, ang.)

ALARA – tak nisko jak jest to realnie możliwe (As Low As Reasonably Achievable, ang.)

CATCH – Kanadyjska ocena użycia TK w urazach głowy u dzieci (Canadian Assessment of Tomography for Childhood Head Injury, ang.)

CCS – dziecięca skala śpiączki (children coma scale, ang.)

CHALINCE – algorytm urazu głowy u dzieci do przewidywania ważnych zdarzeń klinicznych (Childrens Head Injury Algorithm for the Predictions of Clinical Events, ang.)

CSAP – plan działań na rzecz bezpieczeństwa dzieci (Child Safety Action Plans, ang.)

GCS – skala śpiączki Glasgow (Glasgow coma scale, ang.)

GOV – Główny Urząd Statystyczny

GUS – Główny Urząd Statystyczny

ICNP – Międzynarodowa Klasyfikacja Praktyki Pielęgniarskiej (International Classification for Nursing Practice, ang.)

ICP – ciśnienie śródczaszkowe (intracranial pressure, ang.)

IOC – izolowane obrażenia ciała

ISS – wskaźnik ciężkości obrażeń (injury severity score, ang.)

MIP TK – rekonstrukcje w projekcji maksymalnej intensywności (maximum intensity projection, ang.)

MOC – mnogie obrażenia ciała

MPR – stanowiące oprogramowanie stacji do rekonstrukcji wielopłaszczyznowej; rekonstrukcja w dowolnej płaszczyźnie (multiplanar reformed reconstruction, ang.)

OW – obrazy wielonarządowe

PECARN – sieć badań stosowanych w ratunkowej opiece pediatrycznej (Pediatric Emergency Care Applied Research Network, ang.)

PTChD – Polskiego Towarzystwa Chirurgii Dziecięcej

PTS – skalę ciężkości urazów u dzieci (pediatric trauma score, ang.)

PZH – Narodowego Instytutu Zdrowia Publicznego – Państwowego Zakładu Higieny

r.ż. – rok życia

RTG – radiografia, radiograficzne zdjęcie

Skala Helsińska TK – system punktacji tomografii komputerowej (CT) opracowany w Helsinkach (The Helsinki CT score; Helsinki Computed Tomography Scoring, ang.)

system PACS – system archiwizacji obrazu i komunikacji (picture archiving and communication, ang.)

TACTICS, ang. – taktyka

TK – tomografia komputerowa

UNICEF – Fundusz Narodów Zjednoczonych na rzecz Dzieci (United Nations International Children's Emergency Fund, ang.)

USG – ultrasonografia

WHO – Światowa Organizacja Zdrowia (World Health Organization, ang.)

WOC – wielomiejscowe obrazy ciała

1. WSTĘP

1.1 Epidemiologia urazów w Polsce i na świecie

Urazy i związane z nimi obrażenia, to podstawowy problem społeczny w szczególności, gdy dotyczą osób w wieku od 0 do 18 roku życia. Główną ich konsekwencją są długotrwałe skutki psychologiczne, niepełnosprawności fizyczne jak i przede wszystkim zgony, co nieodzownie wiąże się z ogromnymi implikacjami ekonomicznymi [1].

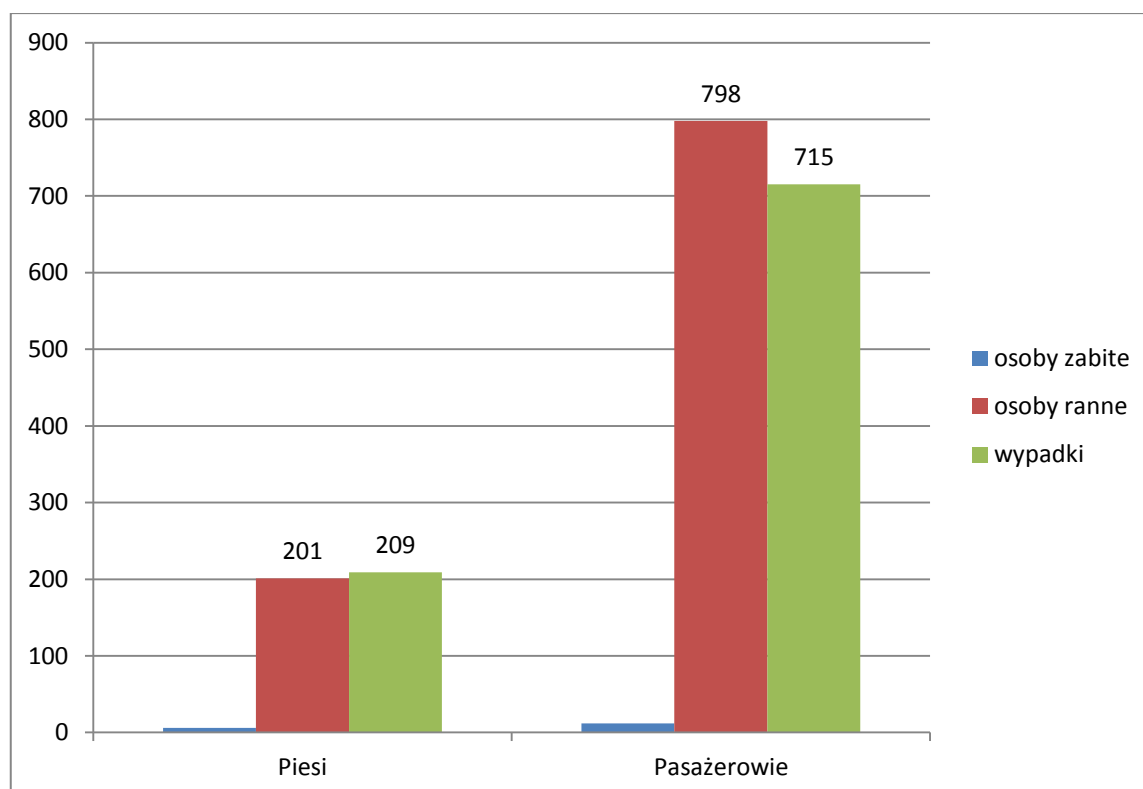
Wiek rozwojowy jest typowy pod względem znacznie wzmożonej aktywności fizycznej i wielokrotnie łączy się z brakiem wyobraźni bądź ostrożności na co dzień. Stąd u dzieci główną przyczynę urazów stanowią wypadki komunikacyjne i upadki. Rozwój motoryzacji czy pośpiech wynikający z ciągłych zmian stylu życia zdecydowanie przyczynią się do wzrostu liczby urazów. Z danych WHO wynika, że co roku na całym świecie z powodu urazów umiera ponad 5 milionów ludzi, co stanowi 9% zgonów w skali globalnej [9]. Dodatkowo WHO szacuje, że obrażenia czaszkowo-mózgowe do 2030 roku będą głównym podłożem zaistnienia niepełnosprawności i śmierci na świecie. Jest to spowodowane ogromną liczbą wypadków drogowych [10]. Zatrważający jest fakt, mówiący o liczbie ponad 2.000 dzieci w wymiarze światowym, które codziennie umierają z powodu obrażeń wynikających z urazów mechanicznych [2].

Według GUS w Polsce niezmiennie głównymi przyczynami zgonów u dzieci i młodzieży są urazy mechaniczne i zatrucia [3]. Dodatkowo z raportów policji wynika, iż corocznie – porównując lata 2016, 2017 i 2018 – dzieci w przedziale wiekowym od 0 do 14 roku życia brały udział w ponad 2.500 wypadkach drogowych rocznie, z czego ponad 56 dzieci poniosło śmierć, a około 3.000 doznało obrażeń [4]. Wynikać to może z wielu czynników, które charakterystyczne są dla młodych ludzi, jak choćby brak zdolności rozpoznawania zagrożenia czy odpowiedniego reagowania na nie.

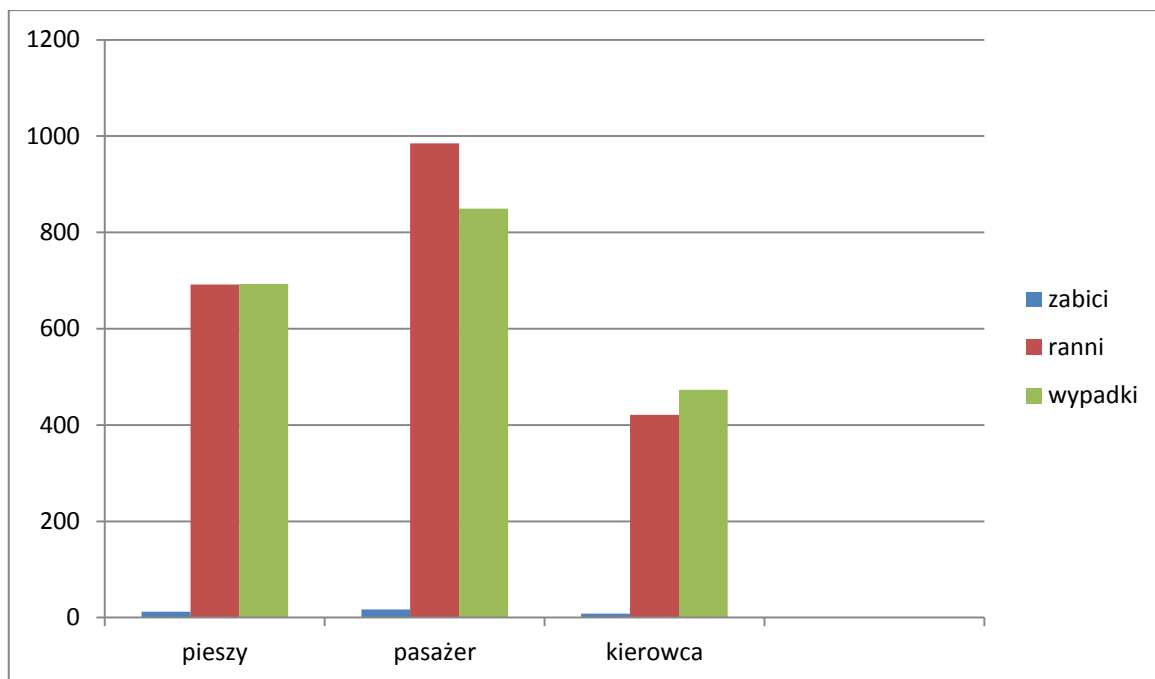
Grupa wiekowa	Osoby ranne			Osoby zabite		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018
0-6	968	1018	861	22	19	16
7-14	2292	2096	2097	55	37	41
suma	3260	3116	2958	72	56	57

Tab. 1. Ofiary wypadków drogowych dzieci w latach 2016-2018 [4].

Łatwo dostępny alkohol i coraz bardziej popularne substancje psychoaktywne, bezdyskusyjnie są kluczowym czynnikiem przyczyniającym się do wzrostu wypadków komunikacyjnych. Ma to również duże znaczenie jeśli chodzi o wzrost obrażeń u dzieci, bo w zdecydowanej większości to właśnie one były pasażerami pojazdów prowadzonych przez nietrzeźwych lub będących pod wpływem substancji psychoaktywnych kierowców.



Ryc. 1. Wypadki z udziałem dzieci w wieku 0-6 roku życia w 2017 roku [4].



Ryc. 2. Wypadki z udziałem dzieci w wieku 7-14 roku życia w 2017 roku [4].

1.2 Uraz a obrażenia – definicja i rodzaje

1.2.1 Uraz, obrażenie – definicje

Uraz przyczynia się do uszkodzenia ciała bądź jego części (narządu, tkanki) w związku z zadziałaniem czynnika zewnętrznego (np. uderzenia). W zależności od rodzaju czynnika, który wywołał uszkodzenie, można wymienić urazy mechaniczne, chemiczne oraz termiczne. Obrażenie ciała powstaje na skutek urazowości. W związku z tym uraz i obrażenie nie są pojęciami o tym samym znaczeniu [5].

1.2.2 Obrażenia – podział

Uwzględniając siłę urazu powodującego uszkodzenia powłok skórnych, mówi się o uszkodzeniach przenikających (otwartych) oraz nieprzenikających (zamkniętych, tępych). Biorąc pod uwagę charakter i lokalizację obrażeń, wyodrębnić można następujący ich podział:

- mnogie obrażenia ciała (MOC) – to obrażenia, które dotyczą co najmniej dwóch lub większej ilości okolic ciała, z których każde z osobna wymaga leczenia szpitalnego, ze względu na realne zagrożenie życia,

- obrażenia wielonarządowe (OW) – definiują obrażenia co najmniej dwóch narządów w jednej okolicy ciała,
- wielomiejscowe obrażenia ciała (WOC) – związane z wieloma okolicami anatomicznymi, ale bez zagrożenia dla życia,
- izolowane (jako pojedyncze) obrażenia ciała (IOC) – dotyczą pojedynczej okolicy ciała lub jednego narządu [5].

1.3 Rejestracja urazów

Obrażenia stanowią zasadniczą przyczynę zgonów młodych ludzi. Dlatego utworzono wspólne raporty i bazy danych, celem których jest zmniejszenie liczby niepożądanych urazów. Według informacji z WHO, większości urazów można było zapobiec [2].

W wielu wysoko rozwiniętych państwach, również w Polsce, znaleźć można ogromną ilość zbiorów informacji na temat prewencji, epidemiologii czy skutków urazów. Rejestry te obejmują szeroki wachlarz danych dotyczących okoliczności zaistniałego obrażenia czy hospitalizacji. Ma to na celu sprawdzanie funkcjonowania systemów opieki, poprawy ich skuteczności oraz tworzenie programów zapobiegania wystąpieniu zdarzeń niepożądanych i wynikających z nich następstw [17].

1.3.1 Plan działań na rzecz bezpieczeństwa dzieci (Child Safety Action Plans – CSAP)

Głównym założeniem projektu CSAP jest stworzenie strategii krajowych, tj. właśnie planu działań na rzecz bezpieczeństwa dzieci, których celem byłoby zwiększenie bezpieczeństwa dzieci i młodzieży poprzez uświadamianie, przedstawianie powagi problemu oraz ewentualnych skutków wynikających z urazów. Nowym konceptem CSAP jest TACTICS (TAKTYKA), czyli inicjatywa zapewniająca informacje na temat zapobiegania urazom dzieci i młodzieży w Europie poprzez dalsze monitorowanie i kontrolowanie postępów wdrażania określonych strategii i działań w poszczególnych krajach [1].

1.3.2 Światowy raport na temat zapobiegania urazom dzieci (World report on child injury prevention)

Wspólny światowy raport na temat zapobiegania urazom dzieci został utworzony z inicjatywy WHO i UNICEF, przedstawia aktualny stan wiedzy związanej z najczęstszymi przyczynami występowania obrażeń u dzieci (urazy drogowe, utonięcia, oparzenia, upadki i zatrucia) jak i zalecenia, które dotyczą ich prewencji.



Ryc.3. Broszura światowego raportu na temat zapobiegania urazom dzieci [2].

1.3.3 Działy obejmujące strategię, prewencję urazów, bezpieczeństwo dzieci w Polsce

Obecnie w Polsce istnieje zaledwie kilka instytucji raportujących urazy i wynikające z nich różne aspekty, są to Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego – Państwowy Zakład Higieny (PZH), który jest najstarszą instytucją związaną ze zdrowiem publicznym w Polsce [6], Główny Urząd Statystyczny (GUS), mający swoje oddziały w wielu miastach w kraju, prowadzący wszelką statystykę i bazę danych społeczeństwa polskiego. Ministerstwo Zdrowia wraz z Komendą Główną Państwowej Straży Pożarnej, podjęło działania w ramach zrealizowania rządowego programu „Bezpieczna+”, celem którego jest edukacja z zakresu bezpieczeństwa [7]. Niemniej jednak w Polsce, podobnie jak na przykład w Chinach, nadal brakuje typowego

narodowego rejestru urazów, który dawałby szczegółowy wgląd w sam system opieki zdrowotnej, jego funkcjonowanie oraz różnego rodzaju aspekty związane z urazami [35].

1.4 Wybrane skale oceniające ciężkość obrażeń

Znaczna różnorodność anatomiczna czy fizjologiczna dziecka oraz jego zmiany rozwojowe wyraźnie przyczyniają się do interpretacji stanu faktycznego dziecka jako pacjenta poszkodowanego, a co za tym idzie także do wyboru odpowiedniej diagnostyki czy leczenia. Dlatego utworzono skale oceniające stopnie ciężkości obrażeń, w których do określonych uszkodzeń ciała przypisane są w sposób umowny wartości liczbowe. Spośród powszechnie używanych skal należy wymienić: skróconą skalę obrażeń (AIS) – abbreviated injury scale, wskaźnik ciężkości obrażeń (ISS) – injury severity score [5]. Biorąc pod uwagę dzieci poniżej 3 roku życia, używa się dziecięcej skali śpiączki (CCS) – children coma scale, natomiast zasadniczą skalę śpiączki Glasgow (GCS) – Glasgow coma scale, używa się u dzieci starszych. W celu oceny ogólnego urazu dla grupy pacjentów pediatrycznych utworzono skalę ciężkości urazów u dzieci (PTS) – pediatric trauma score [8].

1.4.1 Skala AIS

W 1971 roku została utworzona skrócona skala oceny ciężkości obrażeń (AIS) z inicjatywy Committee on Medical Aspects of Automotive Injury – Stowarzyszenie na rzecz rozwoju medycyny motoryzacyjnej (AAAC) Amerykańskiego Towarzystwa Medycznego. Na początku głównym założeniem była ocena poszczególnych obrażeń u ofiar wypadków komunikacyjnych. Wyodrębniono siedem okolic ciała (głowa, szyja, klatka piersiowa, brzuch z miednicą, kręgosłup, kończyny oraz powłoki zewnętrzne ciała), którym oddzielnie przypisano odpowiednie punktowe wartości. Na podstawie tego określono ok. 100 różnych obrażeń. Następnie rozłożono je na 6 wartości punktowych, z których wartość 1 określała niewielkie obrażenia, a wartość 6 to zmiany śmiertelne.

Skala AIS przeszła wiele modyfikacji, a jej katalogi znacznie rozbudowywano. I dla przykładu AIS-80 zawierała 500 pozycji, natomiast AIS-85 aż 1200, która w przeciwieństwie do pozostałych zawierała przenikające uszkodzenia [11,13].

Kolejna ważna aktualizacja skali AIS była w 1990 roku, w której zwrócono uwagę na urazy i obrażenia w pediatrycznej grupie poszkodowanych. W 2005 roku stwierdzono istotę wyodrębnienia podziału kończyn na kończyny górne i kończyny dolne, głowy i twarzy oraz jamy brzusznej i miednicy jako odrębne okolice ciała, ze względu na odmienności terapeutyczne [12]. Skala AIS ocenia ciężkość obrażenia w określonej okolicy anatomicznej, nie daje jednak możliwości określenia całkowitego stopnia ciężkości u pacjenta z licznymi obrażeniami ciała [11].

Tab. 2. Skrócona karta oceny obrażeń AIS z przykładami na postawie dotycząca obszaru klatki piersiowej[11].

AIS	Stopnie ciężkości obrażeń	Przykładowe przypadki
1	lekkie	złamanie żebra
2	umiarkowane	złamanie mostka lub kilku żeber
3	ciężkie, ale nie zagrażają życiu	rozerwanie płuca
4	ciężkie, które zagrażają życiu	wiotka kl. piersiowa, stłuczenie serca
5	krytyczne	rozerwanie tchawicy
6	śmiertelne	całkowite zmiążdżenie klatki piersiowej

1.4.2 Skala ISS

Baker wraz ze współpracownikami w 1974 roku zauważyli, że wskaźnik śmiertelności jest wyższy u pacjentów, u których obrażenia wystąpiły w dwóch (lub więcej) okolicach ciała, mimo że nie były to zmiany, które – gdyby wystąpiły pojedynczo – mogły zagrażać życiu. Dodatkowo zbadali zależności pomiędzy śmiertelnością i AIS, które mają charakter skokowy (co odpowiada zależności kwadratowej) a nie liniowy. Na podstawie tych wyników utworzono wskaźnik oceny ciężkości obrażeń (ISS), który otrzymujemy się z sumy kwadratów wartości liczbowych w skali AIS, określanych jako najcięższe. W skali ISS przypisuje się wartości od 1 do maksymalnie 75. Ze

śmiertelnością 100 % wiąże się wartość 75, którą automatycznie przypisuje się też, kiedy w którejkolwiek okolicy ciała AIS wyniesie 6. [11,15].

Progowa wartość ISS wynosi 15 powyżej którego uznajemy stan pacjenta jako poważny [14,16]. Mimo wielu rozbieżności, choćby w populacji dziecięcej gdzie wartość progowa wynosi 22 [18], większe lub równe 25 [19] bądź 28 [20], skala ta nadal jest szeroko uznawana i powszechnie używana.

1.4.3 Skale urazów stosowane u dzieci

W celu oceny czynników ryzyka wynikających z urazu, które przyczyniają się do śmierci u dzieci, stosuje się trzy zasadnicze skale: skalę śpiączki Glasgow (GCS), zmodyfikowaną na wiek pediatryczny skalę Glasgow CCS oraz pediatryczną skalę urazów – Pediatric Trauma Score (PTS) [19]. Mimo pewnych rozbieżności w dostępnych publikacjach, która z wymienionych skal jest najlepszą do oceny ewentualnej śmiertelności u dzieci [23,24,25], powinno się je wszystkie uznać za tak samo ważne.

1.4.3.1 Skala śpiączki Glasgow GCS (Glasgow Coma Scale)

Skala śpiączki Glasgow jest nadal szeroko stosowana po ciężkim urazie mózgowo-czaszkowym w celu oceny stanu chorego i tym samym wdrożenia odpowiedniego postępowania. Stosować ją już można u dzieci ok. 3-4 roku życia (z uwagi na możliwość względnej komunikacji słownej w tym wieku).

W skali Glasgow ocenia się trzy zasadnicze kwestie: otwieranie oczu, kontakt słowny oraz reakcje ruchowe, na podstawie których wyodrębnia się podział ewentualnych zaburzeń świadomości. Sumarycznie uzyskać można przedział punktów od 3 do 15, gdzie GCS 13-15 ocenia się jako łagodne zaburzenie przytomności, natomiast GCS 3 jako śmierć mózgu [21].

1.4.3.2 Pediatryczna skala Glasgow CCS

W przypadku mniejszych dzieci (poniżej 3 roku życia) stosuje się zmodyfikowaną skalę Glasgow, w której ocenia się reakcje pacjenta. Po przyznaniu punktów do każdej

kategorii z osobna, otrzymuje się wartość liczbową w zakresie 3-15 (podobnie jak klasyczna GCS), gdzie ilość punktów poniżej lub równej 7 przemawia za ciężkim obrażeniem ośrodkowego układu nerwowego [19].

Tab. 3. Pediatriańska skala Glasgow CCS utworzona na podstawie [21].

Odpowiedź wzrokowa	Odpowiedź słowna	Odpowiedź ruchowa
1 punkt – kiedy dziecko nie otwiera oczu	1 punkt – kiedy dziecko nie odpowiada	1 punkt – brak odpowiedzi ruchowej
2 punkty – kiedy dziecko otwiera oczy na czynnik bólowy	2 punkty – kiedy dziecko jest pobudzone	2 punkt – następuje reakcja wyprostna
3 punkty – kiedy dziecko otwiera oczy na polecenie słowne	3 punkty – kiedy dziecko jest niespokojne na zadziałanie bodźca	3 punkty – następuje reakcja zgięciowa
4 punkty – kiedy dziecko spontanicznie otwiera oczy	4 punkty – dziecko przestaje płakać po przytuleniu	4 punkty – dziecko odsuwa się od czynnika bólowego
	5 punktów – dziecko uśmiecha się i prawidłowo wodzi wzrokiem	6 punktów – dziecko spełnia wydane mu polecenia

1.4.3.3 Skala ciężkości urazów u dzieci (Pediatric Trauma Score – PTS)

W przeciwieństwie do ISS (wskaźnik oceny ciężkości obrażeń), która ocenia okolice anatomiczne, PTS (pediatryczna skala urazów) odnosi się do struktur fizjologicznych. Stąd w przypadku pediatrycznej skali urazów ocenia się: wagę pacjenta, jego skurczowe ciśnienie tętnicze krwi, drogi oddechowe, ogólny stan świadomości, ewentualną obecność ran i złamań. W oparciu o te informacje otrzymuje się sumę od 6 do 12, gdzie zakres punktów poniżej 8 przemawia za poważnym stanem i tym samym dziecko powinno otrzymać specjalistyczne leczenie [8,22]. Natomiast PTS poniżej lub równe 4 stanowi zasadniczy czynnik wystąpienia ryzyka zgonu u dziecka [19].

1.5 Specyfika urazów w grupie pacjentów pediatrycznych

Znacznie zwiększona aktywność fizyczna charakterystyczna dla dzieci zdecydowanie przyczynia się do upadków, a tym samym wystąpieniu obrażeń ciała o różnym nasileniu. Dlatego urazy stanowią najczęstszą przyczynę wizyt dzieci w oddziałach SOR. Dominują głównie uszkodzenia tępe, bo aż w ponad 80 %, pozostałe przypadki to uszkodzenia przeszywające i inne (np. utonięcia). W zakresie przyczyn urazów nadal niezmiennie dominują: wypadki komunikacyjne, które obejmują zarówno pasażerów pojazdów jak i uczestników "zewnętrznych", czyli potrącenia [26] oraz upadki [27]. Nie można też zapomnieć o uderzeniu jako czynniku sprawczym wystąpienia obrażeń, który jest zasadniczo bardzo częsty pośród dzieci szkolnych. Wśród najmłodszej grupy wiekowej pacjentów nie mniej ważne (zaraz po upadkach) i które nie uległo przedawnieniu jest pobicie oraz związany z tym syndrom dziecka potrąsanego [28, 31].

1.5.1 Najczęstsza lokalizacja obrażeń i jego rodzaje

U dziecka, dużo częściej niż u dorosłych, najczęstszą lokalizacją wystąpienia obrażeń jest głowa. Najpewniej wynika to z całkowitej masy ciała, jego różnej proporcji, z nie ukończonych procesów rozwoju oraz odmiennych reakcji fizjologicznych i anatomicznych [26, 29,30].

Przeważnie dominują niewielkie zranienia skóry głowy. Rany te nie stanowią poważnego problemu pod warunkiem, że nie towarzyszą im inne uszkodzenia, bądź dodatkowe objawy. W przypadku urazu kości czaszki dziecięcej wystąpić mogą specyficzne złamania charakterystyczne wyłącznie dla dzieci. Związane jest to z budową anatomiczną oraz większą elastycznością tkanki kostnej. Oprócz złamań liniowych występują też wgniecenia kości bez przerwania jej ciągłości (typu ping-pong) oraz złamania z rozejściem szwów czaszkowych.

Istotną kwestią związaną z urazami głowy dzieci i różnicą wynikającą z nich obrażeń czaszkowo-mózgowych, w porównaniu z osobą dorosłą, są krwawienia wewnątrzczaszkowe, które mogą wystąpić bez złamania czaszki. Odwrotnie niż u dorosłych, u dziecka znacznie częściej dochodzi do uszkodzenia mózgu w bezpośrednim miejscu urazu [32].

W przypadku krwawień wewnątrzczaszkowych u dzieci najczęściej występuje krwiak nadtworówkowy, który może wystąpić na skutek uszkodzenia naczyń oponowych,

w wyniku chwilowego odkształcenia kości. Zasadniczo rzadko występującym krwakiem jest krwiak podtwardówkowy, którego źródłem są uszkodzone żyły górne mózgu (mające połączenie z zatokami opony twardej). Należy o nim pamiętać, gdyż może być jedyną oznaką zespołu dziecka potrząsanego.

Pozostałe typy krwawień czaszkowo-mózgowych to:

- krwotok podpajęczynówkowy, mogący dawać dodatnie objawy oponowe lub napady padaczkowe, może mu towarzyszyć stłuczenie mózgu;
- krwiak śródmózgowy, w zależności od jego lokalizacji często łączy się z ogniskowymi objawami neurologicznymi, a nawet ze zmianą zachowania, osobowości (pacjent może być znacznie agresywny) [33, 34].

1.6 Postępowanie z pacjentem po urazie

Głównymi czynnikami, które decydują o dalszym losie pacjenta z obrażeniami czaszkowo-mózgowymi, są: ich rozległość, wiek dziecka oraz czas, który mija od momentu zaistniałej okoliczności urazu do chwili rozpoczęcia działań diagnostyczno- leczniczych. Opieka i postępowanie z dzieckiem po urazie bywa trudne. Wymaga od personelu medycznego odpowiedniego podejścia uwzględniającego każde odmienne zachowanie dziecka, które może przemawiać za wystąpieniem obrażenia. Również prawidłowo zebrany wywiad, zarówno z poszkodowanym jak i jego opiekunem, może mieć kluczowe znaczenie w określeniu zaistniałego zdarzenia, oraz wpłynąć na dalsze postępowanie diagnostyczne i lecznicze.

W Polsce, oprócz kilku krajowych sektorów zajmujących się tematyką urazów, nadal brakuje narodowego rejestru urazów, którego celem byłoby (tak jak w przypadku rejestrów funkcjonujących w innych krajach) tworzenie najbardziej skutecznych metod, według których należy postępować z dzieckiem po urazie w obrębie głowy [35]. Poza tym ze względów etycznych prowadzenie badań (min. randomizowanych z wykorzystaniem podwójnie ślepej próby) urazów u dzieci jest znacznie ograniczone. Tym samym mamy dużo mniej przejrzystych wytycznych z zakresu postępowania z poszkodowanymi z zakresu urazów głowy obejmujących grupę pediatryczną [36].

W związku z brakiem określonych algorytmów działania z pacjentem pediatrycznym, który odniósł obrażenia w obrębie głowy, powstają różnego rodzaju organizacje oraz organizowane są zjazdy medyczne. Na potrzeby uporządkowania dotychczasowej

wiedzy i doświadczenia tworzone są pewne wytyczne określonych działań diagnostyczno-leczniczo-pielęgnacyjnych, m.in. Międzynarodowa Klasyfikacja Praktyki Pielęgniarskiej (ICNP), która zawiera cenne informacje o odpowiednim i przede wszystkim indywidualnym podejściu do pacjenta, z uwzględnieniem jego stanu zdrowia i wszelkich potrzeb [37].

W postępowaniu z pacjentem po urazie zasadniczą rolę ogrywa neurolog oraz chirurg dziecięcy, którzy przed podjęciem działań leczniczych, przeważnie zlecają badania z zakresu diagnostyki obrazowej. To właśnie dzięki diagnostyce lekarze są w stanie określić pełny zakres oraz charakter obrażeń, a tym samym postawić właściwe rozpoznanie, które jest kluczowe w dalszym postępowaniu leczniczo-terapeutycznym. Dlatego też podstawą strategii leczniczej jest odpowiednia współpraca lekarzy z zakresu różnych specjalizacji.

1.6.1 Wytyczne ze zjazdu chirurgów dziecięcych

Na XV Jubileuszowym Zjeździe Polskiego Towarzystwa Chirurgii Dziecięcej (PTChD) przedstawiono sposoby postępowania z dzieckiem po urazie głowy z uwzględnieniem jego wieku, rozległości obrażeń oraz skali Glasgow i jej modyfikacji dla małych dzieci. Na zjeździe wspomniano również o możliwości zastosowania Infrascannera, które, uzupełnione badaniem neurologicznym, może stanowić wstępne rozpoznanie wystąpienia ewentualnego krwawienia wewnątrzczaszkowego, a tym samym zakwalifikować pacjenta do pilnej tomografii komputerowej. W przypadku małego dziecka, u którego ciemień jest jeszcze niezarośnięte – z uwagi na zasadność ochrony radiologicznej pacjenta – wykonuje się badanie ultrasonograficzne. Ze względu na promieniowanie jonizujące oraz ograniczoną wartość diagnostyczną sugeruje się minimalizowanie wykonywania rtg czaszki po urazie (pomimo, w dalszym ciągu, jego powszechnego stosowania), kładąc jednocześnie nacisk na odpowiednie badanie neurologiczne, uzupełnione pełnym wywiadem. W sytuacji uzyskania informacji przemawiającej za wystąpieniem krwawienia wewnątrzczaszkowego, należy bezwzględnie uzupełnić postępowania terapeutyczne o tomografią komputerową, która daje możliwość pełnej oceny stanu faktycznego osoby poszkodowanej [35,38].

1.6.2 Algorytmy PECARN, CHALINCE, CATCH

Zagraniczne protokoły postępowania z pacjentami po urazie, dają usystematyzowanie informacje na temat celowości co do zastosowania tomografii komputerowej u dziecka, kładąc nacisk na ograniczenie bezpodstawnych wskazań do badań z wykorzystaniem promieniowania jonizującego na rzecz ustalenia tylko tych bezwzględnych priorytetów terapeutycznych [41].

1.6.2.1 PECARN – Pediatric Emergency Care Applied Research Network (sieć badań stosowanych w ratunkowej opiece pediatrycznej)

W 2009 roku w Ameryce Północnej opublikowano zalecenia mające na celu ograniczenie stosowania tomografii komputerowej u dzieci z łagodnym urazem głowy i z małym ryzykiem uszkodzenia mózgu. Wyodrębniono w nich dwie grupy wiekowe: pacjenci do 2 roku życia, u których, po stwierdzeniu braku urazu wysokoenergetycznego, bez utraty przytomności (lub gdy była krótkotrwała, tj. ok. 5 sekund), bez towarzyszących objawów neurologicznych lub obecności złamania kości czaszki i krwiaka skóry głowy, oraz dzieci od 2 do 18 roku życia – bez wymiotów, silnego bólu głowy, objawów oponowych czy oznak złamania podstawy czaszki – można odstąpić od badania tomografii komputerowej [39, 40].

1.6.2.2 CATCH (Canadian Assessment of Tomography for Childhood Head Injury – Kanadyjska ocena użycia TK w urazach głowy u dzieci)

W 2006 roku w Kanadzie zostały opracowane wyniki z myślą o dzieciach poniżej 16 roku życia z obrażeniami głowy o średnim i wysokim ryzyku wystąpienia krwawienia wewnątrzczaszkowego, a tym samym konieczności zastosowania u nich tomografii komputerowej oraz leczenia neurochirurgicznego [42].

Tab. 4. Opracowane wyniki średniego i wysokiego ryzyka obrażeń czaszkowo-mózgowych opracowanych na podstawie [42].

Średnie i wysokie ryzyko obrażeń czaszkowo-mózgowych
poważny mechanizm urazu
GCS<15 w 2 godziny po wystąpieniu urazu
silny niepokój podczas badania
wzrastające bóle głowy
poważne złamanie czaszki obejmujące jego podstawę lub otwarte
rozległy krwiak w obrębie skóry

1.6.2.3 CHALINCE (Children's Head Injury Algorithm for the Predictions of Clinical Events, ang; Algorytm urazu głowy u dzieci do przewidywania ważnych zdarzeń klinicznych)

W 2007 roku w Wielkiej Brytanii ujednolicono wytyczne dotyczące diagnostyki obrazowej u dzieci po urazach. Podobnie jak CATCH, pod uwagę brane były obrażenia występujące w różnym momencie po urazie, o dowolnym nasileniu. Na ich podstawie można było wyodrębnić dzieci, u których zaistniało duże prawdopodobieństwo wystąpienia poważnych obrażeń czaszkowo-mózgowych, co wymagało wykonania pilnej tomografii komputerowej. Postępowanie według CHALICE, porównywalnie z PECARN, kładzie nacisk na: wywiad, z uwzględnieniem niepamięci wstecznej, utraty przytomności czy wymioty, na badanie fizykalne (podobnie jak PECARN i CATCH) oraz określenie ciężkości samego mechanizmu powodującego powstanie zaistniałego obrażenia, dając tym samym podzielną strategię diagnostyczną (badanie TK/brak badania TK) [42].

1.7 Rola diagnostyki obrazowej w diagnostyce pacjentów pediatrycznych po urazach głowy

Badania obrazowe dziecka uzupełnione badaniem neurologicznym są nieodzownym elementem terapeutyczno-leczniczym. Nadal jednak wykonuje się RTG czaszki celem oceny wystąpienia złamania. Ograniczeniem dla stosowania tej metody jest brak możliwości oceny ewentualnego krwawienia wewnątrzczaszkowego. Określane są one jako "ukryte urazy", które mogą stanowić zagrożenie dla życia lub powodować

poważny uszczerbek na zdrowiu [27]. Dlatego tomografia komputerowa powinna stanowić podstawę diagnostyki i dalszego leczenia [35].

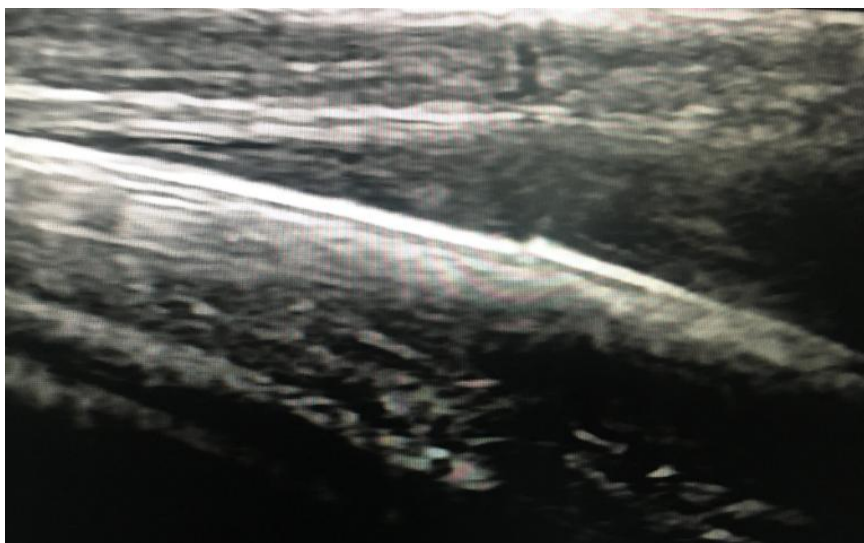
Należy pamiętać, że postępowanie z pacjentem po urazie, szczególnie kiedy dotyczy to dziecka, wiąże się z szeregiem trudności. U wielu pacjentów może wystąpić utrudniony kontakt spowodowany urazem, lekami, samym wiekiem czy poczuciem strachu wynikającym z zaistniałego zdarzenia lub nowego miejsca.

Jak już wspomniano, pierwszym etapem diagnostyki obrazowej może być radiografia lub tomografia komputerowa. Ale nie należy zapominać o ultrasonografii.

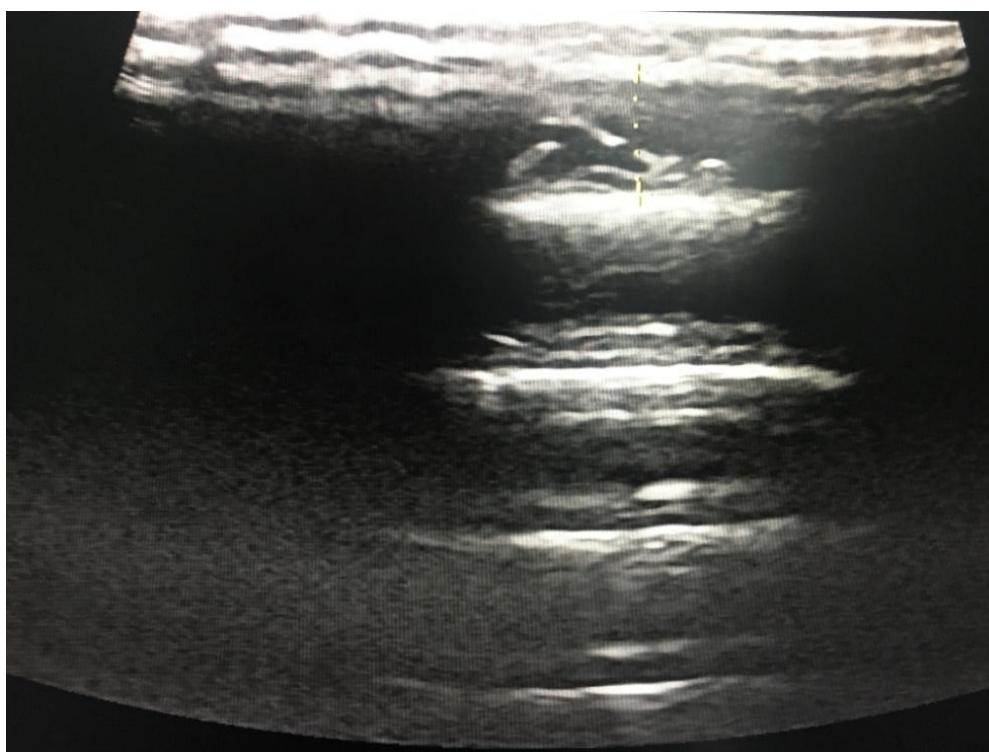
1.7.1 Ultrasonografia (USG)

Ultrasonografia stała się szybkim i prostym oraz mobilnym narzędziem diagnostycznym u dziecka z niezarośniętym ciemieniem, a przede wszystkim bezpiecznym dla młodego organizmu ze względu za użycie fal ultradźwiękowych. Metoda ta daje możliwość oceny zarówno złamań, jak i krwawienia wewnątrzczaszkowego (poprzez jego bezpośrednie uwidocznienie bądź za pomocą ewentualnych cech pobocznych, jak choćby uciśnięcie układu komorowego/przesunięcie linii pośrodkowej).

Ograniczeniem dla tej metody jest niemożność zbadania mózgowia u dzieci starszych (u których zarosło ciemie) ze względu na nieprzechodzenie fal ultradźwiękowych przez struktury kostne. Niemniej jednak zawsze może być wykorzystane do oceny tkanki podskórnej pod kątem obrzęków, wycieczek krwi w jej obręb oraz wspomnianych już złamań [43, 44,45].



Ryc. 4. Złamanie w obrębie kości czaszki u dziecka.



Ryc. 5. Krwiak w tkankach miękkich z elementami włókniaka.



Ryc. 6. Wynaczynienie krwi ze znacznym odwarstwieniem okostnej po urazie głowy.

1.7.2 Radiografia (RTG)

Wprowadzenie tomografii komputerowej jako zasadniczego urządzenia do oceny ewentualnych obrażeń czaszkowo-mózgowych w kluczowy sposób zmieniło ogólny pogląd w kwestii roli i użyteczności klasycznych badań rentgenowskich. W wytycznych dotyczących postępowania z pacjentem pediatrycznym po urazach, zaleca się całkowitą rezygnację z RTG. Mimo to wykonywanie RTG czaszki jest nadal powszechnie stosowane. Rozbieżność ta może wynikać z różnych przekonań i doświadczeń lekarzy zlecających odpowiednią diagnostykę. Dywergencję tę widać również w powszechnie dostępnej literaturze, w której zasadność stosowania klasycznej radiografii w diagnostyce urazów głowy u dzieci, stała się przedmiotem wielu dyskusji oraz krytyki. Ostateczną konkluzją może być minimalizowanie konieczności stosowania RTG czaszki u dzieci ze względu na występowanie szkodliwego promieniowania jonizującego i zbyt małej informacji płynącej z samego badania (czyli korzyść badania w kluczowy sposób nie dominuje nad jego negatywnym skutkiem) [46].

Dopuszcza się wykonanie zdjęć RTG czaszki w przypadku braku dostępności do badań z zakresie tomografii komputerowej. Ale również w sytuacji konieczności potwierdzenia samego złamania kości czaszki, co daje podstawę przyjęcia poszkodowanego do szpitala celem dalszej obserwacji. W momencie pogorszenia jego stanu, dopiero wtedy wykonane badanie za pomocą tomografii komputerowej, może dać rozpoznanie, że taki typ złamania mógł być przyczyną wystąpienia opóźnionych zmian wewnątrzczaszkowych [47].



Ryc. 7. Złamanie w obrębie prawej łuski kości ciemieniowej z krwiakiem w tkankach.

1.7.3 Tomografia komputerowa (TK)

Tomografia komputerowa stała się nowoczesną metodą diagnostyki obrazowej o dużym znaczeniu w postępowaniu z pacjentem po urazie. Dając możliwość w sposób szybki rozpoznania obrażeń w obrębie mózgowia [50]. Postęp w rozwoju tej techniki obrazowej przyczynił się do zwiększenia liczby detektorów, co zaowocowało pojawieniem się początkowo 16- rzędowych, a po tym kolejno 64- do 320- rzędowych tomografów, co jeszcze bardziej skróciło czas badania, i tym samym konsekwentnie zmniejszyło narażenie na promieniowanie jonizujące podczas badania. Nieodzowną zaletą jest możliwość archiwizowania otrzymanych wyników. Mimo wspomnianych pozytywów należy zauważyć nieodłączne wady, jakimi są zasadniczo wyższe koszty oraz obecność promieniowania jonizującego, które ma negatywny wpływ w szczególności dla młodego organizmu. Poza tym, w sytuacji małych dzieci często w celu wykonania badania potrzebna jest sedacja, z której wynika dodatkowe ryzyko [48]. W przypadku oceny tylnego dołu czaszki obecność artefaktów pochodzących od piramid kości skroniowych zasadniczo może utrudnić ocenę tej okolicy, podobnie jak częściowe uśrednienie objętości w sytuacji wykrycia niewielkich krwiałaków namózgowych, o czym należy zawsze pamiętać [49].

Opierając się na literaturze z wykorzystaniem algorytmów przedstawianych przez PECARN, CHALIGE i CATCH, można przedstawić zasadnicze wskazania do wykonania badania TK u dziecka po urazie głowy, które niemniej jednak powinny być nieco modyfikowane i ustalane indywidualnie do każdego przypadku poszkodowanego.

Tab. 5. Zasadnicze kryteria kwalifikacji dziecka do badania TK; w przypadku braku tych parametrów, określa się stan pacjenta jako bezpieczny o niskim ryzyku, które nie wymaga TK [48].

Określone parametry życiowe
- GCS < 15
Poważny mechanizm urazu
- upadek z wysokości > 0,9 metra (w przypadku dzieci < 2 lat), > 1,5-3 metra (w przypadku dzieci > 2 lat) - kolizje komunikacyjne z wyrzuceniem pasażerów z wnętrza pojazdu lub śmiercią innego uczestnika wypadku - upadek z roweru z uderzeniem głowy bez kasku - zderzenie samochodu z pieszym/rowerzystą przy prędkości auta > 40 mil/godz.
Zmienne kliniczne
- odmierne, nieprawidłowe zachowanie - objawy neurologiczne - wymioty, silny ból głowy - złamanie czaszki - rozległy krwiak

1.7.4 Rezonans magnetyczny (MR)

Tomografia komputerowa jest powszechną metodą obrazowania w przypadku obrażeń czaszkowo-mózgowych po urazie. W ciągu ostatnich lat, dzięki rozwojowi techniki obrazowania, wykorzystanie najnowszych metod rezonansu magnetycznego (MR) wzrasta wykładniczo z potrzebą oceny skutków uszkodzenia mózgu po zaistniałym urazie. Dalsze badania MR z oceną zmian mikrostrukturalnych mózgowia mogą dawać długoterminowe informacje o uszkodzeniu mózgu. [115,116].

1.7.5 Organizacja w przygotowaniu do badania

W przypadku urazów lekkich do diagnostyki ultrasonograficznej lub rentgenograficznej nie jest konieczne jakiejkolwiek przygotowanie pacjenta. Natomiast w urazach średniociężkich i ciężkich, po ustaleniu bezwzględnej konieczności, wykonuje się badanie TK. We wczesnej fazie działania z pacjentem po urazach ciężkich jedną

z najważniejszych kwestii jest zakres czasu jaki mija od zdarzenia przez transport poszkodowanego do szpitala oraz dokonania wszelkich niezbędnych czynności, w tym odpowiedniej diagnostyki i leczenia [51,52]. Skupiając się na badaniu tomografii komputerowej w obrębie głowy po urazie, wykonuje się skanowanie bez podania środka kontrastowego celem wykrycia ewentualnych krwawień wewnątrzczaszkowych. Ocenia się również struktury kostne i położenie cewników bądź czujników ICP [53]. O prawidłowym przebiegu diagnostycznym decyduje prawidłowa organizacja pracy, mająca na uwadze młodego pacjenta [57]. W skład całego zespołu urazowego wchodzi, oprócz neurochirurga mającego pierwszy kontakt z pacjentem po przyjęciu do szpitala, i anestezjologa, który jest potrzebny przy nierzadkiej sedacji podczas badania poszkodowanego, lekarz radiolog, którego rolą jest ocena obrażeń zaistniałych w wyniku urazu, po wykonanych badaniach z zakresu diagnostyki obrazowej [54,55,56].

1.7.6 Ochrona radiologiczna pacjenta

Możliwości tomografii komputerowej (TK) spowodowały wzrost wykonywanych badań przy jej użyciu. Konsekwencją tego jest wyższe narażenie na promieniowanie jonizujące pacjentów, szczególnie jest to ważne, gdy dotyczy dzieci, bo promieniowanie jonizujące uznano jako element rakotwórczy [59, 60, 68].

Wzrost ryzyka wystąpienia nowotworu stał się podstawą decydującą o ostrożniejszym wykorzystaniu TK, głównie w przypadku niewielkich urazów [67].

Ustalono zostały też protokoły niskiego promieniowania, które mają na celu jak najmniejsze wykorzystanie dawki promieniowania, żeby narażenie na nie nie przewyższało korzyści związanej z potrzebą wykonania samego badania TK oraz jego interpretacji, co miałoby decydujące znaczenie w dalszym postępowaniu leczniczym [58, 62].

Bardzo istotną kwestią jest kwalifikacja młodych pacjentów do badania tomografii komputerowej. Porównując z dorosłymi, nadal rosnący organizm młodych pacjentów wykazuje wyższy metabolizm, a tym samym wyższą wrażliwość komórkową. Dlatego ważne jest ustalenie wagi pacjenta, czasu skanowania z dokładnym ograniczeniem obszaru ciała, który ma zostać napromieniowany oraz ostateczna ocena wielkości dawki pochłoniętej [61,63].

Uwzględniając ochronę radiologiczną pacjenta, należy wyznawać zasadę ALARA (As Low As Reasonably Achievable – tak nisko jak jest to realnie możliwe) [64]. Znając już uboczne skutki promieniowania u dzieci, podejmuje się działania polegające na zastosowaniu możliwie jak najniższej dawki skutecznej. Dąży się do opracowywania ciągle to nowych algorytmów zarówno wśród pracowników służby zdrowia, jak i producentów sprzętu obrazującego, które wytwarza promieniowanie [65,66].

1.8 Skutki urazu głowy i jego konsekwencje

Obrażenia czaszkowo-mózgowe u dzieci to poważny problem globalny, który ma szerokie następstwa ekonomiczne i społeczne. Liczba urazów, które wynikają z wypadków komunikacyjnych i upadków, nadal rośnie. Jest to konsekwencją rozwoju komunikacji i ciągle zmieniającego się stylu życia [69].

Na szczęście w przeważającej części urazów w dzieciństwie są to obrażenia łagodne bez istotnych konsekwencji zdrowotnych. Niemniej jednak zawsze należy mieć na uwadze wtórne powikłania będące implikacją pierwotnie niemych obrażeń, które w znaczący sposób mogą przyczynić się do niepełnosprawności i śmiertelności po urazach głowy [70,78]. Uwzględniając patologiczny mechanizm urazowego uszkodzenia mózgu, w którym faza pierwotna łączy się z bezpośrednim uszkodzeniem mózgowia, naczyń krwionośnych w momencie urazu, w fazie wtórnej, będącej następstwem pierwotnej, rozpoczyna się cała kaskada reakcji biochemicznych prowadzących do zmian niedotlenieniowych, obrzęku mózgu czy uszkodzenia komórek nerwowych [71].

Różna epidemiologia obrażeń u dzieci, odmienna w zależności od wieku (u najmłodszych częściej upadki, u starszych wypadki komunikacyjne), nieodzownie łączy się z odrębnością objawów, reakcji i powikłań [75]. Zależne jest to od niedojrzałości mózgu, nierozwiniętych biologicznych barier obronnych organizmu, w wyniku czego istnieje większa predyspozycja do obrzęku mózgowia [72,73,77].

Urazy czaszkowo-mózgowe dzieci są poważnym problemem społecznym. Opieka nad pacjentami w wieku rozwojowym jest bardzo ważna, a zarazem kosztowna ze względu na długoterminowość i wielospecjalistyczność. Dlatego nacisk na prewencję powinien być kluczowy, celem uniknięcia powikłań neurologicznych (tj. niepełnosprawności fizycznych, padaczki pourazowej), jak również emocjonalnych i wynikających z nich zaburzeń pourazowych, fobii, trudności w nauce czy depresji [74,76,79].

Światowy problem związany z obrażeniami w obrębie głowy u dzieci i młodzieży, i związane z nimi skutki, stały się głównym motorem w dążeniu do próby zapobiegania ich wystąpienia [83]. Biorąc pod uwagę najczęstsze przyczyny wystąpienia urazów u dzieci, zauważono celowość ochrony głowy kaskiem, czy zabezpieczenie dziecka w odpowiedni sposób pasami samochodowymi, a tym samym minimalizowanie najcięższej konsekwencji urazów jakim jest zgon [29, 80, 81,82].

1.9 Przepisy dotyczące sekcji zwłok

Najcięższym powikłaniem urazów i wynikającym z urazów obrażeń w obrębie mózgowia, jest zgon pacjenta [84]. Celem ustalenia ostatecznej przyczyny zgonu dokonuje się sekcji zwłok. Zasadniczymi elementami autopsji są oględziny zewnętrzne oraz wewnętrzne, na które składa się otworzenie co najmniej trzech jam ciała (czaszka, klatka piersiowa i jama brzuszna) oraz ocena znajdujących się w nich narządów. Podstawy prawne w Polsce przewidują różnego typu sekcje zwłok na podstawie odmiennych wskazań do ich wykonania. W sytuacji podejrzenia dokonanego przestępstwa wykonuje się sekcję sądowo-lekarską na zlecenie prokuratora lub sądu. Jest to sytuacja, w której przepisy prawne nie dają możliwości odstąpienia od sekcji na podstawie sprzeciwu decyzji samego zmarłego przed zgonem lub jego rodziny [85]. W przypadku zgonu z powodu choroby zakaźnej należy rozważyć przeprowadzenie sekcji administracyjno-sanitarna [86]. W sytuacji śmierci pacjenta w szpitalu, gdzie przyczyna zgonu jest niejednoznaczna, a jednocześnie wykluczono chorobę zakaźną za jej przyczynę, to obligatoryjnie wykonuje się sekcję anatomo-patologiczną, w szczególności jeśli zgon nastąpił przed upływem 12 godzin od przyjęcia do szpitala. W przypadku tej sekcji podstawy prawne dają możliwość decyzji o wykonaniu lub odstąpieniu od powyższej sekcji na wniosek odpowiednio upoważnionego lekarza, samej osoby zmarłej lub jej rodziny (jeśli są przedstawicielami ustawowymi pacjenta) [87]. Podczas sekcji zwłok, jeżeli osoba zmarła lub jej przedstawiciel ustawowy nie wyrazili za życia na to sprzeciwu, można pobrać narządy do przeszczepu, co jest regulowane prawnie [88].

1.9.1 Postępowanie i protokoły sekcyjne

Przebieg samej sekcji zwłok jest w dużej mierze podobny. Polega ona na oględzinach zewnętrznych z oceną stanu ogólnego osoby zmarłej oraz jej znamion śmierci. Następnie, po dokładnym i wnikliwym przeprowadzeniu oceny zewnętrznej, przystępuje się do oględzin wewnętrznych, w których podstawą jest odpowiednia kolejność otwierania jam ciała z uwzględnieniem odpowiednich technik i ewentualnym zabezpieczeniem materiałów do badań dodatkowych. W przypadku sekcji zwłok zawsze należy mieć na uwadze odrębności występujące u dzieci w porównaniu z osobami dorosłymi. Przykładowo w sekcji głowy osób poniżej 10 roku życia opona twarda stanowi okostną, dlatego pokrywę kostną czaszki zdejmuje się łącznie z oponą twardą. W przypadku sekcji dzieci ogromne znaczenie mają kwestie dla nich charakterystyczne, tj. niezarośnięcie szwów czaszkowych lub występowanie jąder kostnienia, stanowiące istotny element oceny wieku osoby zmarłej. W trakcie trwania sekcji dokonuje się protokołowania wszelkich spostrzeżeń oraz konkluzji. Protokół sekcyjny dotyczy opisu wszystkich narządów, zmian pośmiertnych, chorobowych lub urazowych oraz zawiera ostateczne wnioski wynikające z przeprowadzonego badania sekcyjnego z uwzględnieniem faktycznej (nie subiektywnej) przyczyny zgonu [89]. W przypadku gdy obraz sekcyjny nie daje możliwości, żeby w sposób ostateczny ustalić przyczynę zgonu lub pomóc rozwiązać ewentualne wątpliwości, oprócz badań histopatologicznych, bakteriologicznych czy chemicznych, nasuwa się pytanie o celowość wykorzystywania badań tomografii komputerowej wykonywanej ante-mortem.

2. CELE PRACY

Częstość urazów u dzieci jest nadal bardzo powszechna. W przypadku podejrzenia u nich mnogich bądź ciężkich zmian urazowych, wykonywane są specjalistyczne badania. Wśród dzieci dominują ofiary wypadków komunikacyjnych oraz upadków, nie rzadkie są pobicia. Różnorodność mechanizmów urazów oraz odmiennosc wieku rozwojowego, kluczowo wpływają na odmienne skutki obrażeń, których wachlarz rozciąga się od niewielkiego uszczerbku na zdrowiu, po obrażenia ze skutkiem śmiertelnym. Tomografia komputerowa znalazła duże zastosowanie do oceny realnego stanu klinicznego poszkodowanego i zalecenia dalszego postępowania.

A co w przypadku sytuacji zgonu pacjenta? Czy istnieje zasadność korzystania z takich badań wykonanych przyżyciowo, które wraz z tradycyjną sekcją zwłok mogą dostarczyć ważnych informacji do zrozumienia różnych procesów chorobowych, skutków urazów i tym samym ostatecznego stwierdzenia przyczyny zgonu? Stanowi to podstawę do próby analizy. Łatwość przechowywania danych i możliwości techniczne tomografii komputerowej, tj. uzyskiwanie obrazów w wielu płaszczyznach oraz ocena retrospektywna, dają możliwość do wnikliwej oceny faktycznego stanu pacjenta, na podstawie którego wstępnie można też oszacować jego odległy efekt. Te rozważania stały się podstawą do postawienia celów niniejszej pracy.

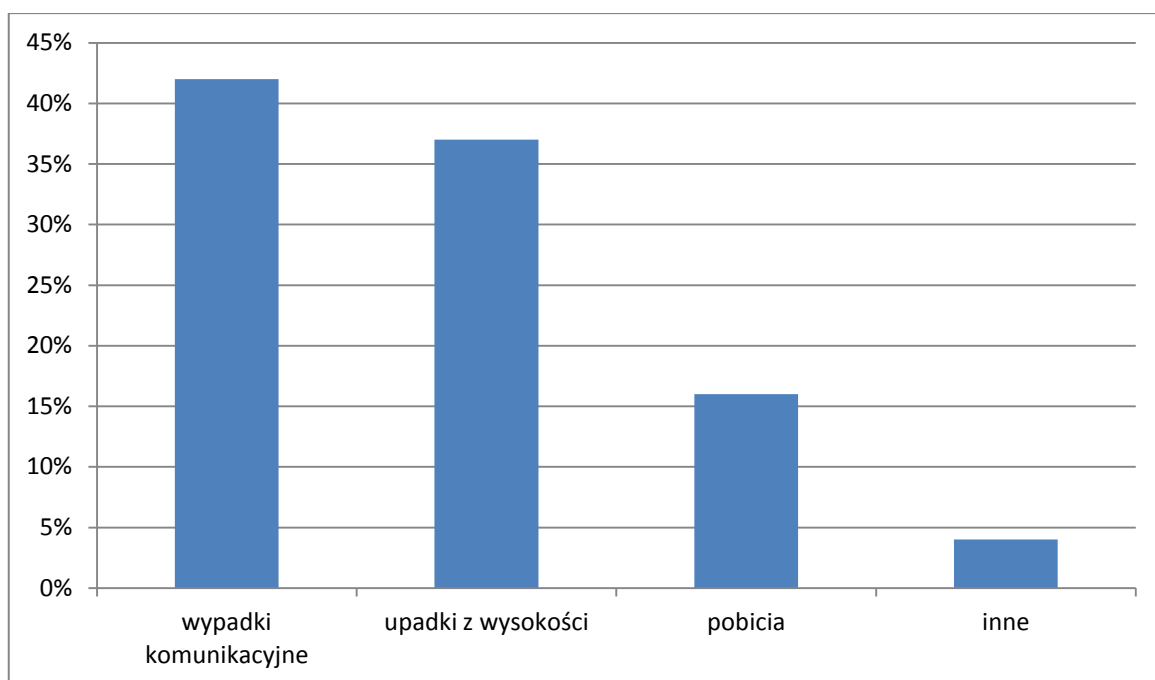
Celami pracy są:

1. Ocena częstości obrażeń czaszkowo-mózgowych u dzieci z uwzględnieniem mechanizmu ich powstania, dnia tygodnia, pory roku.
2. Ocena stopnia ciężkości obrażeń czaszkowo-mózgowych u dzieci w oparciu o przeprowadzone badanie tomografii komputerowej.
3. Analiza porównawcza wyników badań tomografii komputerowej wykonanych przyżyciowo u dzieci, które z powodu obrażeń czaszkowo-mózgowych zmarły z wynikami ich badania pośmiertnego.
4. Ocena działań edukacyjnych dotyczących zapobiegania urazom czaszkowo-mózgowym u dzieci.

3. MATERIAŁ I METODYKA

3.1 Materiał

Materiał badawczy obejmował badania tomografii komputerowej, wykonane u 259 pacjentów poniżej 18 roku życia, którzy byli hospitalizowani w dwóch poznańskich szpitalach pediatrycznych, tj. w Specjalistycznym Zespole Opieki Zdrowotnej nad Matką i Dzieckiem przy ul. Krysiewicza oraz w Szpitalu Klinicznym im. Karola Jonschera Uniwersytetu Medycznego im. Karola Marcinkowskiego przy ul. Szpitalnej. Badania przeprowadzono w okresie od sierpnia 2011 roku do stycznia 2020 roku. Głównym kryterium włączenia chorych do badania były urazy w obrębie głowy. Ze względu na niekompletne dane zawarte w dokumentacji szpitalnej, a przede wszystkim na ogromną ilość pacjentów, u których uraz w obrębie głowy był minimalny bądź znikomy i wymagał jedynie obserwacji, ewentualnie badania USG/RTG, nie spełniając tym samym warunków niniejszej pracy, nie zostali poddani analizie. U 11 pacjentów, u których stwierdzono zgon podczas hospitalizacji w powyższych szpitalach, stanowiło kolejną grupę włączoną do dalszego badania. Materiał pozyskano z Katedry i Zakładu Medycyny Sądowej Uniwersytetu Medycznego im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu przy ul. Święcickiego. Badania TK, które stanowią materiał niniejszej pracy, zostały zarchiwizowane w systemie PACS oraz w wielu przypadkach również dodatkowo na płytach CD. Materiały sekcyjne skrzętnie opisane w protokołach sekcyjnych zostały umieszczone w archiwum Katedry i Zakładu Medycyny Sądowej Uniwersytetu Medycznego im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu przy ul. Święcickiego. W analizowanej grupie pacjentów przeważały wypadki komunikacyjne – 109 osób oraz upadki z wysokości – 97 osób. Pozostała grupa dotyczyła 42 pacjentów, którzy zostali pobici oraz ostatnia grupa, stanowiąca najbardziej zróżnicowaną grupę 11 poszkodowanych, w której znalazły się osoby przygniecione przez jakiś przedmiot (m.in. telewizor lub konar drzewa), jak również ofiary z obrażeniami czaszkowo-mózgowymi powstałymi w niejasnych okolicznościach.



Ryc. 8. Procentowy podział badanej grupy dzieci w zależności od zdarzenia.

3.2 Metodyka

Uzyskane badania u 259 pacjentów, u których wykonano tomografię komputerową głowy, poddano ocenie retrospektywnej, a następnie zapisane do utworzonej własnej bazy danych z użyciem programu Microsoft Excel, dalszej kolejności poddano szczegółowej analizie statystycznej. Obrazy otrzymano przy użyciu 64-rzędowego aparatu Simens Somatom Definitions AS (z możliwością rekonstrukcji 128-warstwowej) oraz Toshiba Aquilion One z systemem skanowania wielowarstwowego (dający dane z 320 warstw z jednoczesnego skanowania) bez użycia środka kontrastowego (w przypadku badania z zakresu głowy). Uzyskane obrazy zostały poddane technice rekonstrukcji wielopłaszczyznowej (MPR) w oknie kostnym (W:1500H; C:450H) oraz oknie miękkotkankowym (W:2000H; C:400H).

W pierwszym etapie pracy utworzono zbiór pacjentów z uwzględnieniem ich:

- wieku, który został podzielony na trzy podgrupy z uwzględnieniem różnic rozwojowych, a przede wszystkim anatomicznych:
 - 0-6 rok życia, to wiek wczesny, obejmujący wiek przedszkolny, w którym dysproporcja ciała na rzecz głowy jest w dużej mierze zaburzona;

- 7-12 rok życia, to wiek wczesnoszkolny, w których wraz z wiekiem zaburzona proporcja zaczyna się zmniejszać i w tym zakresie wiekowym jest w miarę zbilansowana;
- 13-18 rok życia, to wiek późno szkolny, młodzież, gdzie dysproporcja polega na dominacji reszty ciała nad głową.

Tab. 6. Podział dysproporcji ciała dziecka, w zależności od określonej grupy wiekowej.

Grypa wiekowa 0-6 lat	Grypa wiekowa 7-12 lat	Grypa wiekowa 13 - 18 lat
głowa > reszta ciała	głowa = reszta ciała	głowa < reszta ciała

- płci;
- okoliczności zdarzenia;
- dzień tygodnia oraz porę roku zaistniałego zdarzenia;
- specyfikę rodzajów obrażeń, w których wyróżniono:
 - złamanie w obrębie kości czaszki
 - obrażenia wewnątrzczaszkowe pod postacią krwinków nadtworówkowych, śródmózgowych, podpajęczynówkowych, podtworówkowych;
- długości hospitalizacji
- postępowanie lecznicze z uwzględnieniem dalszych zaleceń;
- powikłań po urazie (z podziałem na wczesne, późne, brak) z wykorzystaniem skali Helsińskiej TK do prognostycznej oceny powikłań późnych;
- oraz skutek samego zdarzenia, w jakim stopniu przyczynił się do zgonu poszkodowanego;

W kolejnym etapie do dalszej analizy dołączono pacjentów, u których stwierdzono zgon. Tu z kolei w pojedynczych przypadkach na decyzję prokuratury rejonowej bądź na prośbę rodziców odstąpiono od sekcji zwłok. W pozostałych sytuacjach wykonane było badanie sekcyjne, ze sporządzeniem odpowiedniego protokołu. Sekcję zwłok dokonano według ogólnie przyjętych zasad. Uzyskane retrospektywne badania sekcyjne porównano z badaniami tomografii komputerowej danego pacjenta, z uwzględnieniem złamań kości czaszki oraz obrażeń wewnątrzczaszkowych pod postacią krwawienia i obrzęku mózgu.

3.3 Ocena statystyczna

Cały zebrany materiał w bazie danych Microsoft Excel poddano szczegółowej analizie statystycznej przy użyciu programu statystycznego Statistica 13.1 (StatSoft Polska). Do opisu badanych grup użyto wartości średnich i odchyleń standardowych. W przypadku rozkładów skośnych jako miarę tendencji centralnej obliczono medianę, a rozrzut przedstawiono za pomocą 25 i 75 percentyla rozkładu, w przypadku zmiennych jakościowych dane przedstawiono jako odsetek (ze względu na brak rozkładu normalnego – Shapiro Wilk < 0.05). W przypadku zmiennych ilościowych do porównania grup użyto testu U Manna-Whitneya. Po ocenie normalności rozkładów zmiennych objaśniających wykonano analizę porównawczą poszczególnych grup. Ze względu na brak spełnienia założenia o rozkładzie normalnym do porównania wielu grup użyto nieparametrycznego testu Kruskala-Wallisa z odpowiednim testem post-hoc. W przypadku zmiennych jakościowych do porównania częstości badanych cech w grupach zastosowano test χ^2 . Różnice uznano za istotne statystycznie w przypadku $p < 0,05$.

W celu przeanalizowania powikłań z uwzględnieniem oceny progностycznej po urazie jako powikłanie późne użyto skali Helsińskiej TK. Jest to system punktacji tomografii komputerowej, w której uwzględnione zostały cztery główne zmienne:

- rodzaju krwawienia
- wielkości krwiaka
- krwawienie dokomorowe
- oraz uciśnienie zbiorników podstawy

Każdej z powyższych, przypisana jest odpowiednia punktacja, na podstawie której ocenia się po urazie w sposób procentowy niekorzystny wynik lub ryzyko śmierci. Zakres punktacji rozkłada się od -3 do 14.

Tab. 7. Rozkład punktacji w odpowiednich podtypach głównych zmiennych skali Helsińskiej TK, szeroko dostępny w literaturze, opracowany na podstawie [90].

Rodzaj krwawienia	Helsinki CT Score
- krwiak podtwardówkowy	2
- krwiak śródmózgowy	2
- krwiak nadtwardówkowy	-3
Wielkość krwiaka > 25 cm³	2
Obecność krwiaka dokomorowego	3
Uciśnięcie zbiorników podstawy	
- norma	0
- częściowo uciśnięta	1
- całkowicie uciśnięta	5
SUMA	- 3 do 14

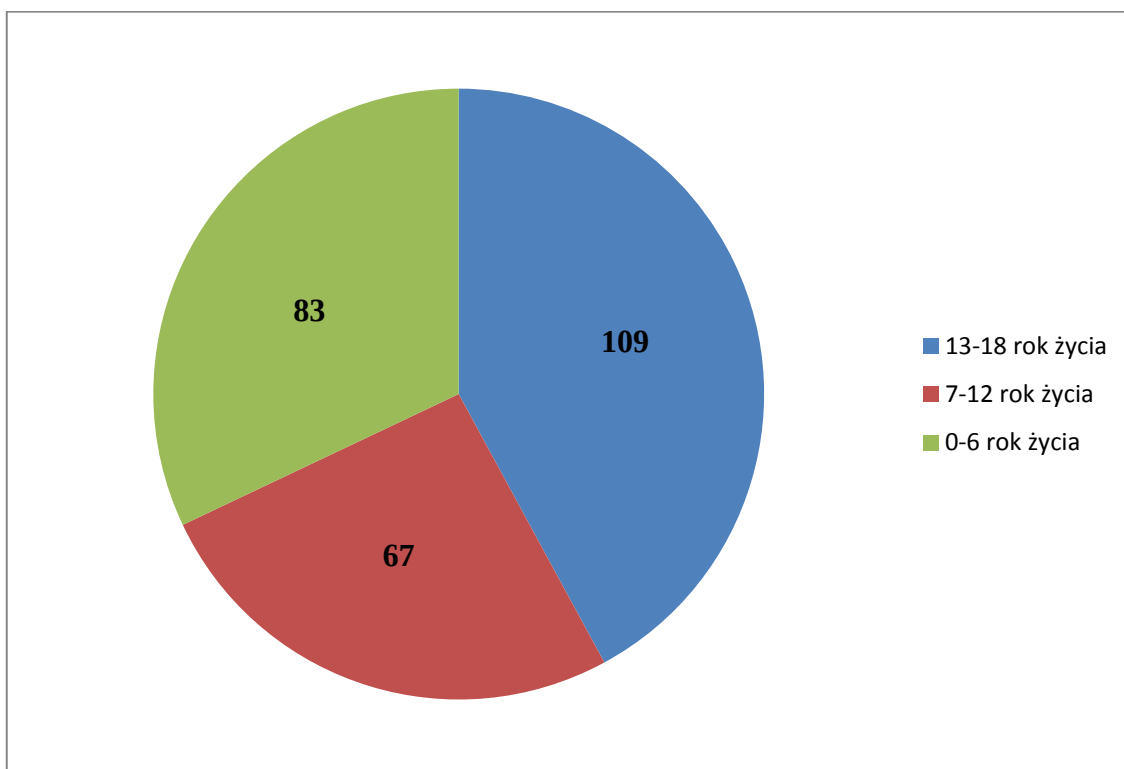
Do analizy badań tomografii komputerowej wykonanej przyżyciowo z protokołami sekcyjnymi użyto współczynnika zgodności sędziów, tzw. współczynnika Kappy Cohena. Współczynnik ten przyjmuje wartości od -1, gdy dwie oceny są całkowicie przeciwne i +1, gdy są całkowicie zgodne, natomiast 0, kiedy są całkowicie losowe. Interpretacja współczynnika jest następująca:

- < lub równe 0 – całkowicie losowo, brak zgodności
- 0.01 – 0.20 niewielka zgodność
- 0.21 – 0.60 umiarkowana zgodność
- 0.61 – 0.80 znaczna zgodność
- 0.81 – 1 idealna zgodność

4. WYNIKI

4.1 Powszechność urazów

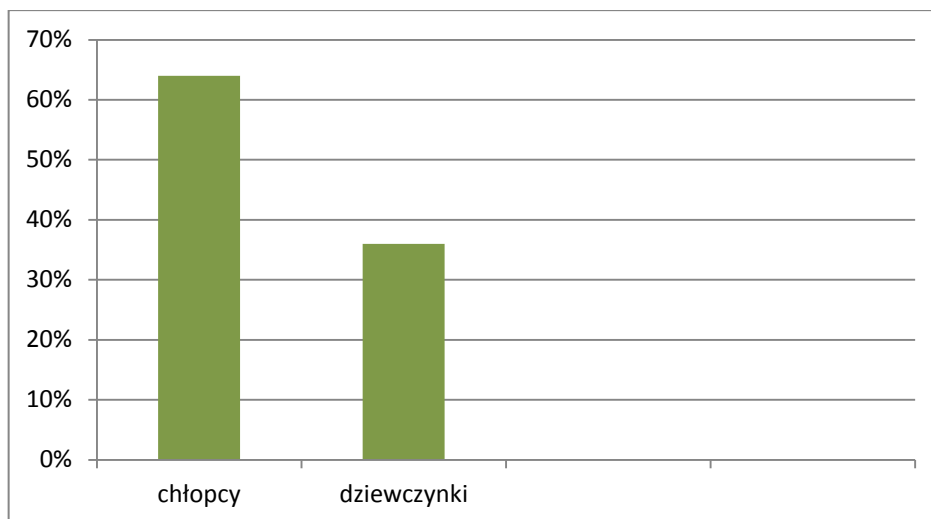
Łącznie grupa badana stanowiła 259 pacjentów. Najczęstszą grupą, u której stwierdzono uraz w obrębie głowy były dzieci szkolne, czyli powyżej 13 roku życia (109 = 42%), kolejna dotyczyła najmłodszej grupy wiekowej, tj. 0 do 6 roku życia (83 = 32%), najrzadziej uraz głowy stwierdzono u dzieci pomiędzy 7-12 rokiem życia (67 = 26%). (Ryc. 9.)



Ryc. 9. Liczbowy podział występowania urazów w obrębie głowy z podziałem na odpowiednie grupy wiekowe.

4.1.1 Powszechność urazów pod względem płci i zdarzenia

Spośród wszystkich pacjentów, przeważającą część stanowili chłopcy (166), co stanowiło 64 % w ujęciu całej grypy badanej, natomiast w przypadku dziewczynek odsetek wynosił 36 %. (Ryc. 10).



Ryc. 10. Odsetkowy podział wystąpienia urazów głowy w zależności od płci.

Porównanie wieku w zależności od płci nie okazało się istotne. W przypadku dziewczynek mediana wyniosła 11, a rozstęp kwartyłowy 9. U chłopców mediana 10,5, rozstęp kwartyłowy 10, przy istotności statystycznej $p = 0,6979$ (zakładając, że wynik jest istotny, gdy $p < 0,5000$).

Zmienna	Statystyki opisowe (arkusz in urazy)					
	płeć 1 - k 2 - m	Średnia	N ważnych	Mediana	Moda	Liczność Mody
Wiek	1	10,18280	93	11,00000	17,00000	11
Wiek	2	9,945783	166	10,50000	16,00000	15

Zmienna	Statystyki opisowe (arkusz in urazy)						
	Minimum	Maksimum	25,000 Percentyl	75,000 Percentyl	Geometr. Średnia	Harmon. Średnia	Odch.std
Wiek	0,00	18,00000	6,000000	15,00000			5,358752
Wiek	0,00	18,00000	5,000000	15,00000			5,402868

Zmienna	Statystyki opisowe (arkusz in urazy)						
	Wariancja	Odch. przeciętne	Rozstęp	Kwartył. Rozstęp	Skośność	Kurtoza	Suma
Wiek	28,71622	4,779050	18,00000	9,000000	-0,215144	-1,30566	947,0000
Wiek	29,19098	4,864059	18,00000	10,00000	-0,105936	-1,38017	1651,000

Zmienna	Test U. Manna-Whitneya (z poprawką na ciągłość) (arkusz 1 w urazy)						
	Względem zmiennej: płeć 1 - k 2 - m						
	Zaznaczone wyniki są istotne z $p < ,05000$						
	Sum.rang Grupa 1	Sum.rang Grupa 2	U	Z	P	Z popraw.	P
Wiek	12314,50	21355,50	7494,500	0,387308	0,698528	0,388120	0,697927

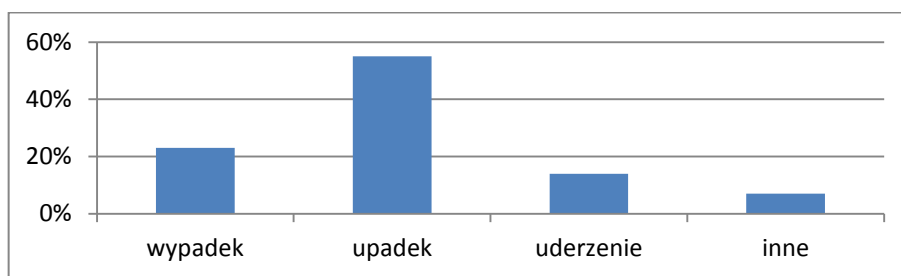
Ryc. 11. Porównanie wieku całej grupy badanej, w zależności od płci.

W grupie poszkodowanych z urazami w obrębie głowy w wyniku wypadku komunikacyjnego odsetek wynosił 42 %, upadku z wysokości – 37 %, a w przypadku uderzenia – 16 %, pozostałość zdarzeń związana była z przygnieceniem dziecka przez przedmiot (konar drzewa, szafka, telewizor) i wynosiło 4 %.

4.1.2 Różnice w określonych zdarzeniach w zależności od wieku

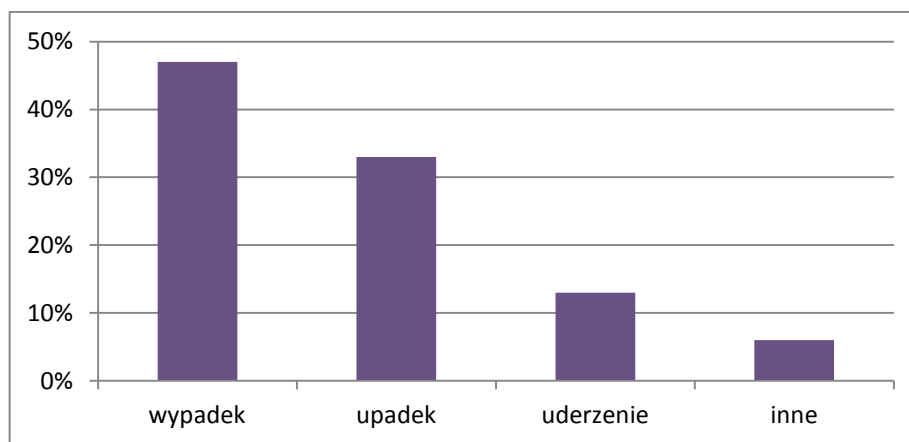
Udział w wypadkach komunikacyjnych dotyczył najczęściej osób między 13 a 18 rokiem życia i malał wraz z wiekiem, (najniższy w grupie wiekowej osób najmłodszych). W przypadku dzieci najmniejszych, stanowiącą grupę od 0 do 6 roku życia, najczęściej zaistniałym zdarzeniem powodującym obrażenia czaszkowo-mózgowe były upadki.

Grupa wiekowa 0-6 lat



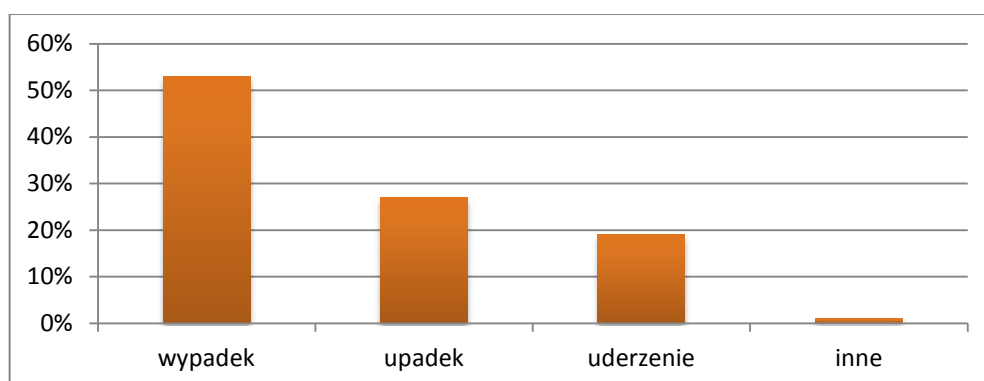
Ryc. 12. Występowanie określonych zdarzeń w grupie wiekowej 0-6 lat z wynikiem testu χ^2 , będący istotnie statystycznie dla $p < 0.05$.

Grupa wiekowa 7-12 lat

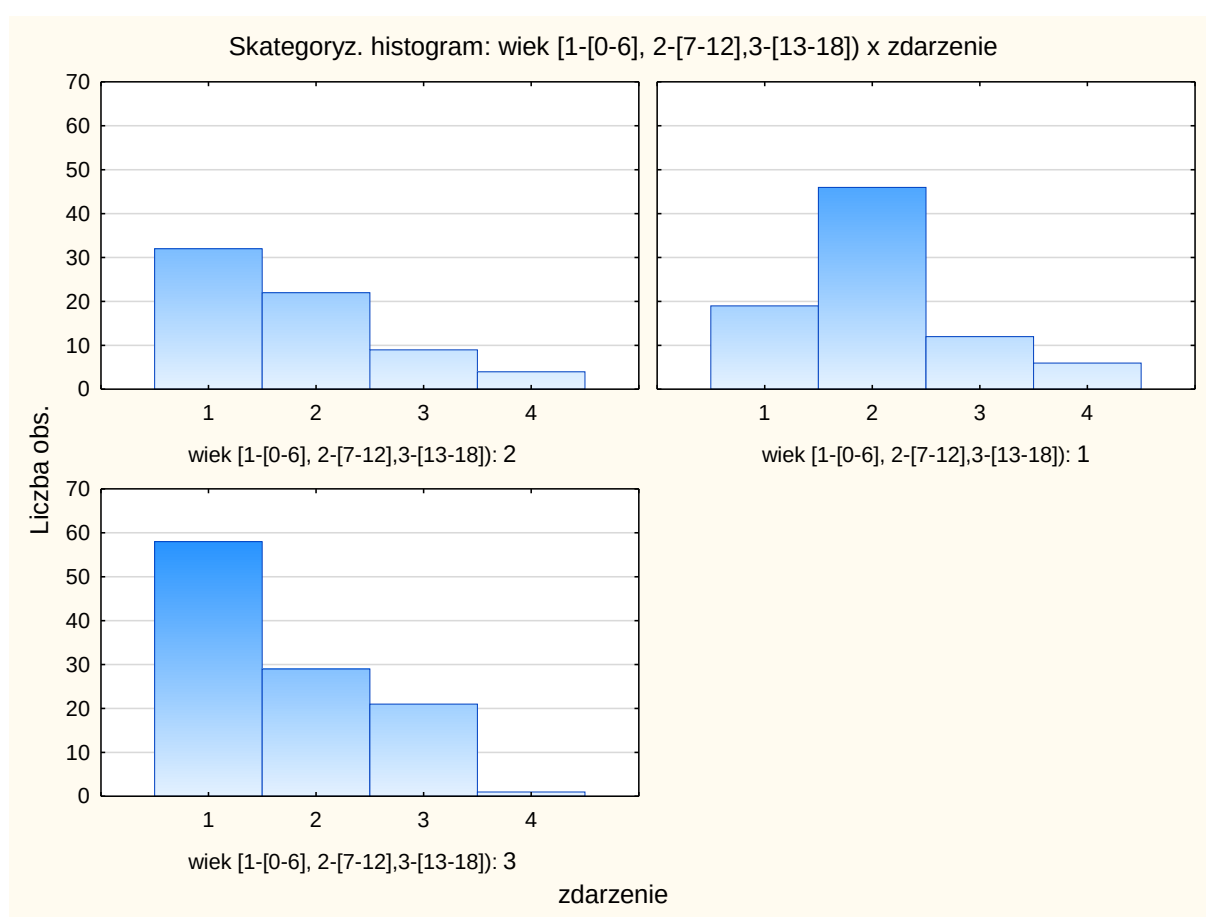


Ryc. 13. Występowanie określonych zdarzeń w grupie wiekowej 7-12 lat z wynikiem testu χ^2 , będący istotnie statystycznie dla $p < 0.05$.

Grupa wiekowa 13-18 lat



Ryc. 14. Występowanie określonych zdarzeń w grupie wiekowej 13-18 lat z wynikiem testu χ^2 , będący istotnie statystycznie dla $p < 0,05$.



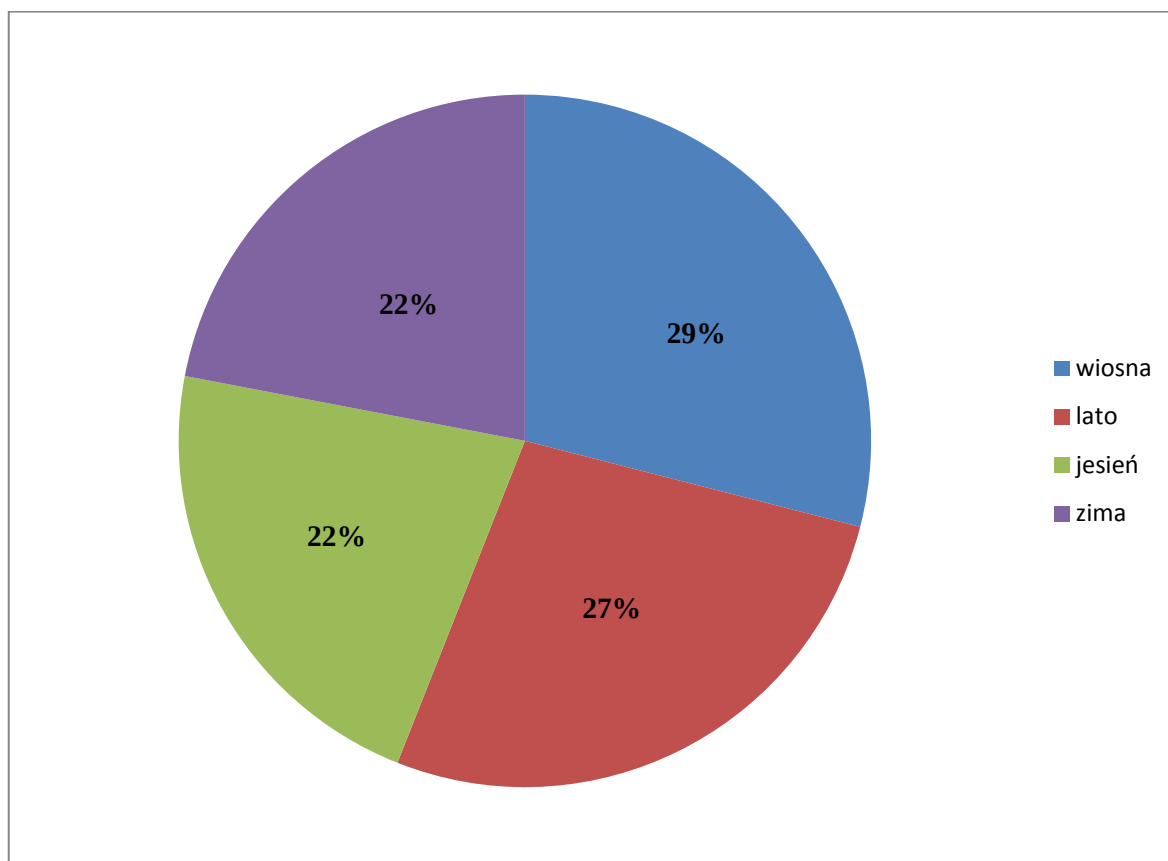
Ryc. 15. Skategoryzowany histogram odpowiedniej grupy wiekowej w stosunku do zdarzenia.

4.1.3 Powszechność urazów pod kątem pory roku i dnia tygodnia

Pod względem pory roku powstałe obrażenia czaszkowo-mózgowe miały miejsce najczęściej wiosną i latem, dotyczyły one ponad połowy badanych pacjentów, co ciekawe jesienią i zimą ilość urazów była praktycznie taka sama.

Tab. 8. Obrażenia czaszkowo-mózgowe w zależności od pory roku.

Pora roku	Ilość
Wiosna	74
Lato	70
Jesień	58
Zima	57

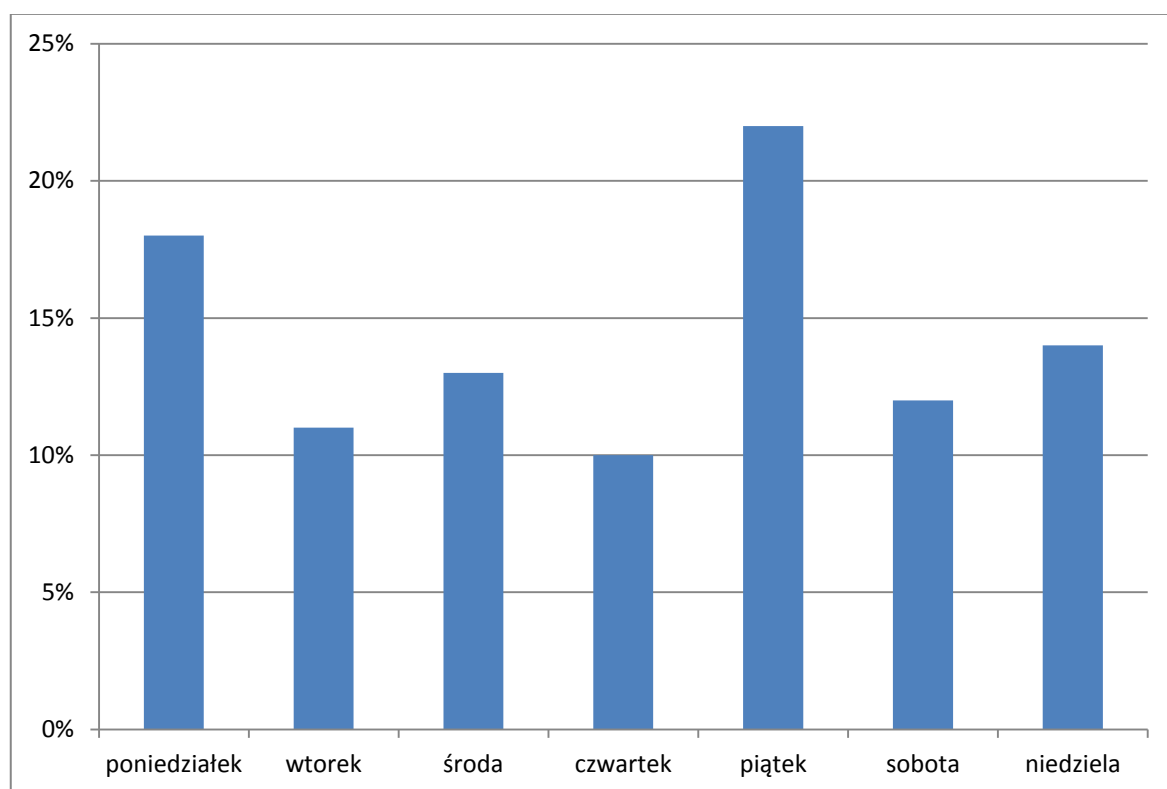


Ryc. 16. Odsetkowy podział obrażeń czaszkowo-mózgowych w odpowiednich porach roku.

Biorąc pod uwagę dni tygodnia, to piątek był dniem, w którym występowało najwięcej obrażeń dotyczących głowy.

Tab. 9. Obrażenia czaszkowo-mózgowe w zależności od dnia tygodnia.

Dzień tygodnia	Ilość
Poniedziałek	48
Wtorek	28
Środa	33
Czwartek	26
Piątek	56
Sobota	32
Niedziela	36



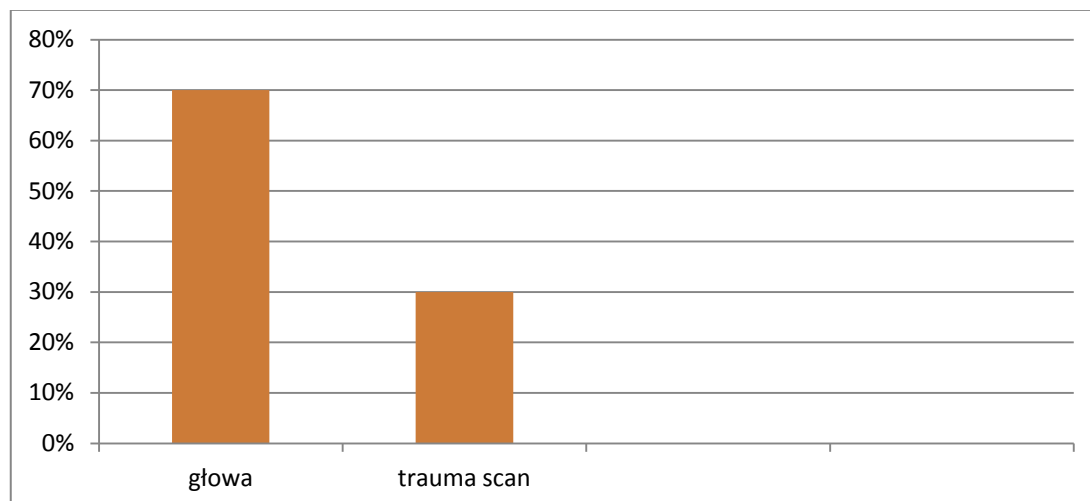
Ryc. 17. Odsetkowy podział obrażeń czaszkowo-mózgowych w odpowiednich dniach tygodnia.

Powyższe wyniki jakościowego zakwalifikowania do analizy statystycznej wykazały w badanym materiale, że częstsze obrażenia głowy u dzieci występują u chłopców będących ofiarami wypadków komunikacyjnych w wieku powyżej 13 roku życia wiosną, w piątki.

4.2 Ciężkość obrażeń i ich rodzaje

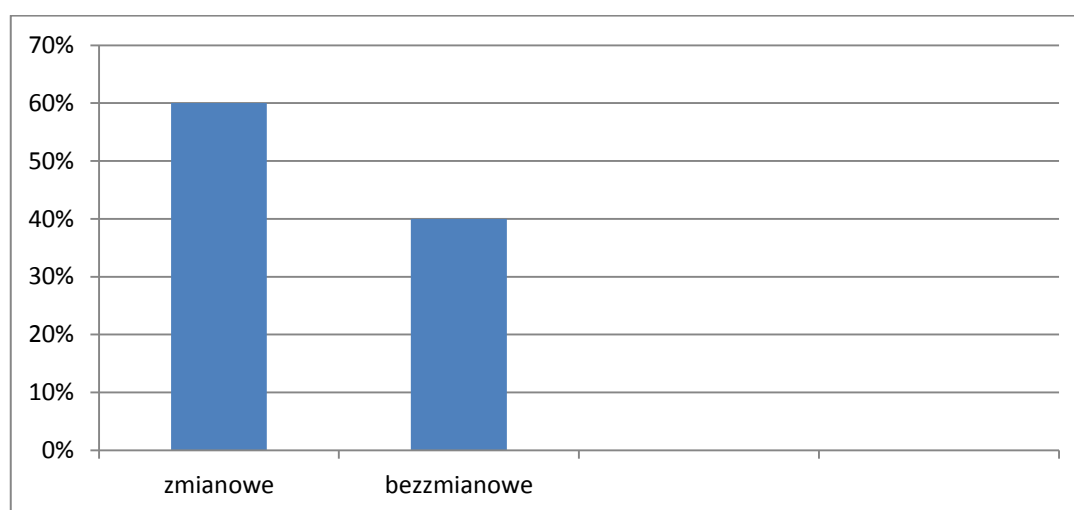
4.2.1 Zakres badań obrazowych i ich wyniki

Wśród badań obrazowych wyróżniono badania ograniczone do głowy u 182 pacjentów. Ze względu na rozległość obrażeń, tomografia komputerowa była wykonana wg protokołu Trauma Scan (czyli obejmująca całe ciało), których liczba wynosiła 77.



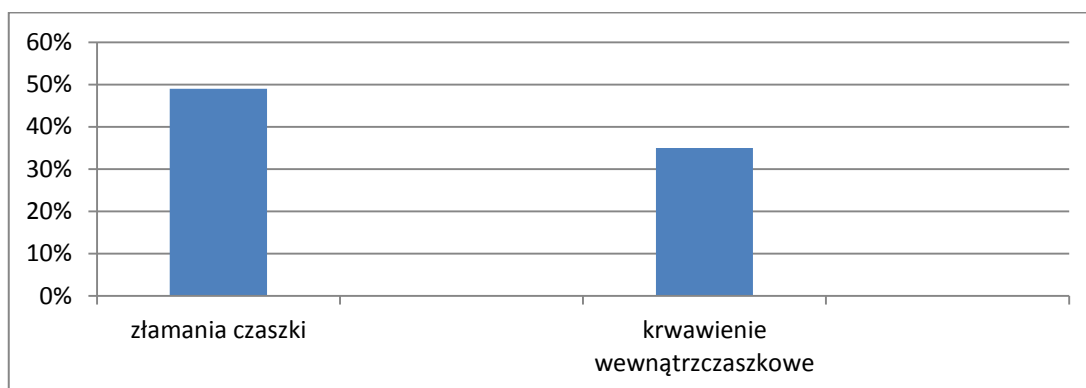
Ryc. 18. Odsetkowy podział badań TK ograniczonych do głowy i wg. protokołu trauma scan.

Spośród 259 pacjentów uwzględnionych w analizie, uwidocznione obrażenia w badaniach obrazowych stwierdzono u 155, natomiast u pozostałych (104) nie stwierdzono zmian w postaci złamań czaszki ani masywnego krwawienia wewnątrzczaszkowego, mimo wcześniejszych sugestii o możliwym wystąpieniu urazu w obrębie głowy.



Ryc. 19. Odsetkowy podział badań TK na zmianowe i bezzmianowe.

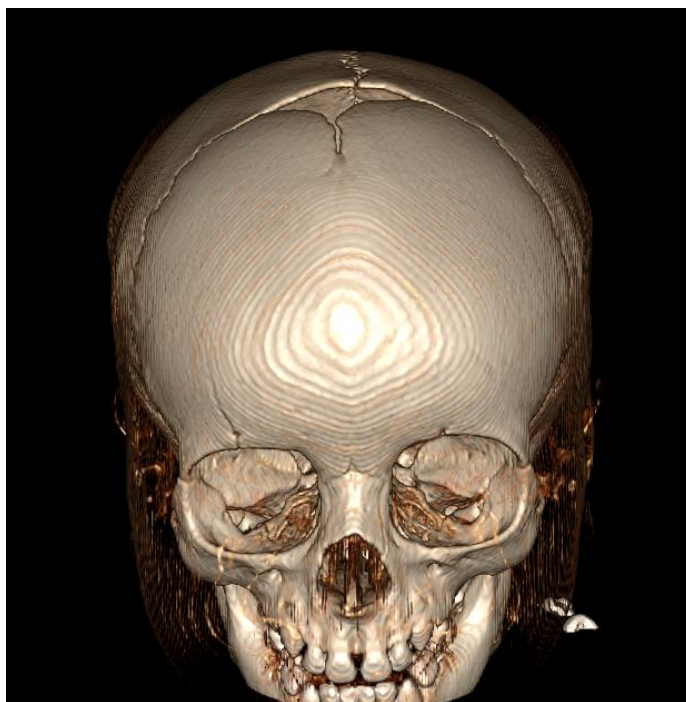
Pod względem obrażeń głowy złamania czaszki stanowiły 49 % badanych, a zmiany wewnątrzczaszkowe w 35 % (ryc. 20). W następstwie doznanych obrażeń głowy zmarło 4 % pacjentów w całej grupie badanej (ryc. 28).



Ryc. 20. Odsetkowy podział badań TK na wystąpienie złamania w obrębie czaszki i krwawienia wewnątrzczaszkowego.



Ryc. 21. Złamanie w górnej ścianie oczodołu prawego.

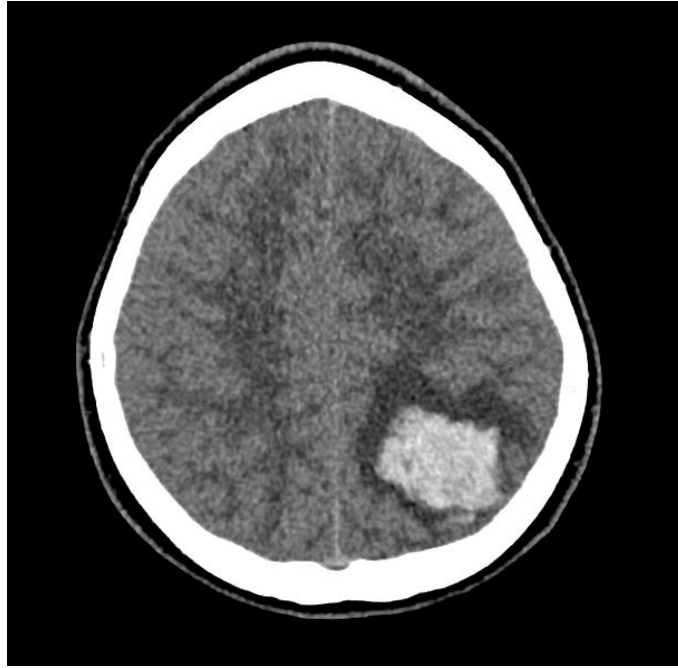


Ryc. 22. Rekonstrukcja w 3D złamanie górnej ściany prawego oczodołu.

Wśród poszkodowanych z obrażeniami pod postacią zmian wewnątrzczaszkowych występowały krwiaki nadwardówkowe i podwardówkowe, śródmózgowe oraz podpajęczynówkowe. Uwidoczniono również krwawienia dokomorowe oraz obrzęk mózgu.



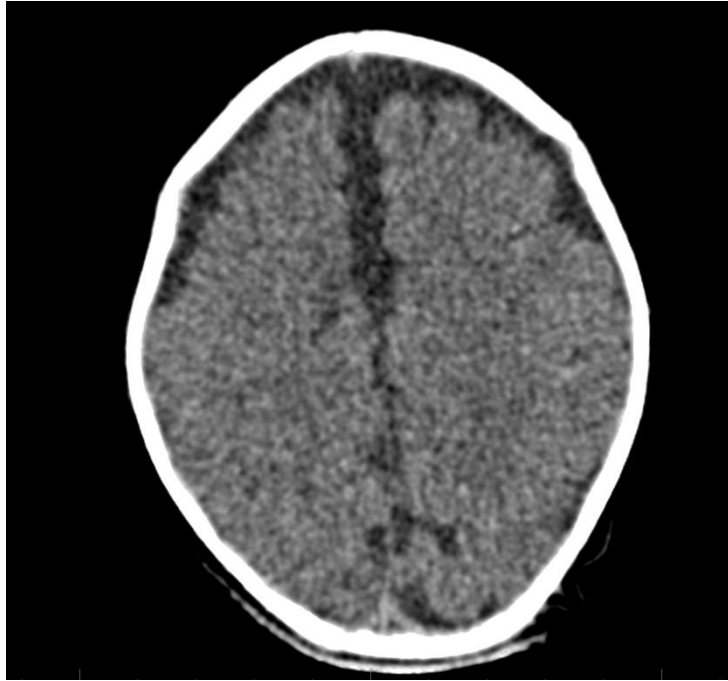
Ryc. 23. Krwiak nadwardówkowy.



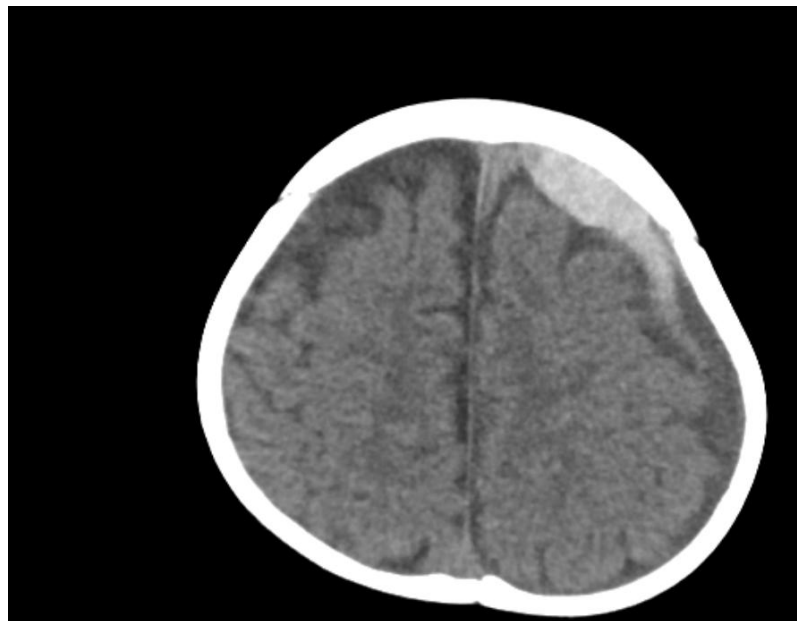
Ryc. 24. Krwiak śródmózgowy z obrzękiem wokół.



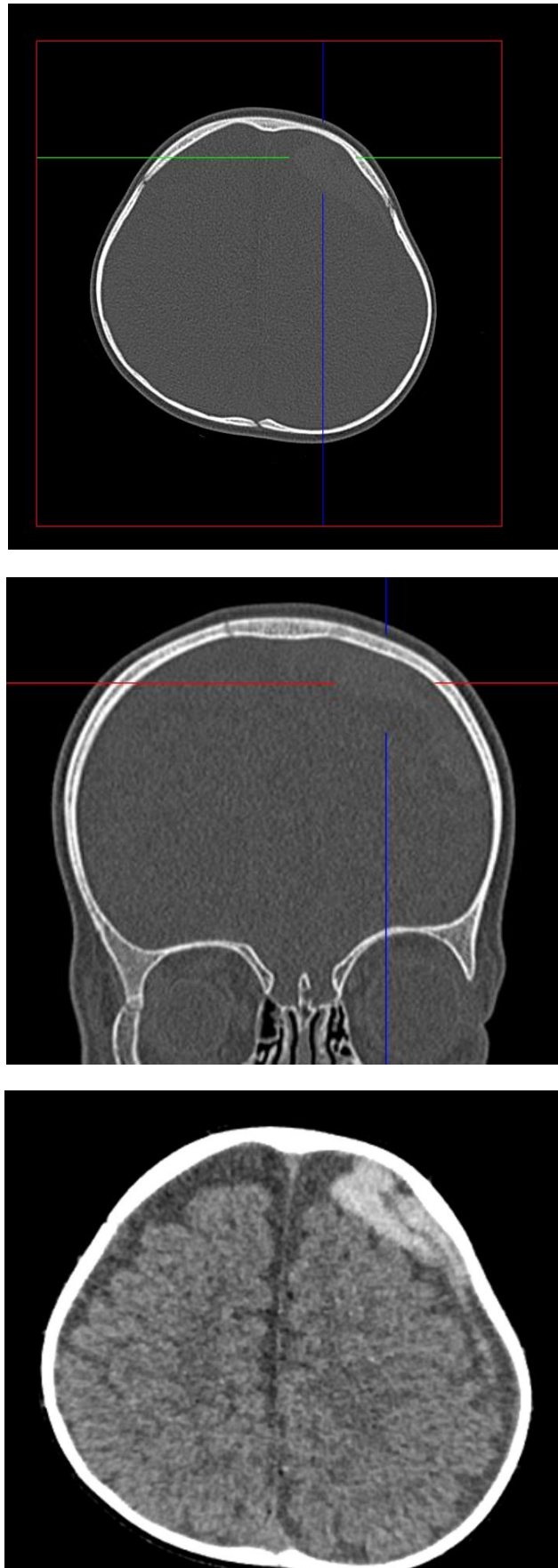
Ryc. 25. Krwiak podtwardówkowy.



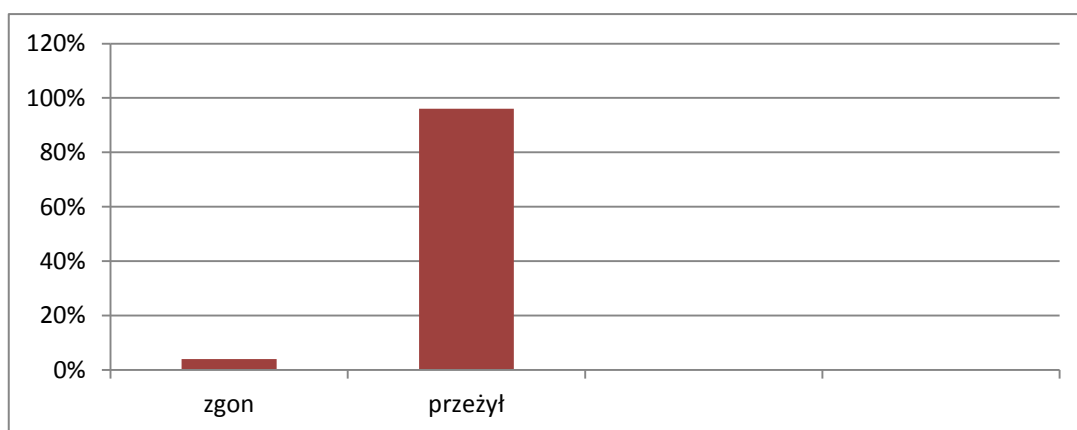
Ryc. 26. Niewielkie krwawienie podpajęczynówkowe z częściowym obrzękiem mózgu.



Ryc. 27. Krwawienie podpajęczynówkowe.



Ryc.28. Krwawienie wewnątrzczaszkowe bez cech złamania kości czaszki w oknie kostnym i miękotkankowym.



Ryc. 29. Odsetek zgonów w całej grupie badanej.

4.2.2 Analiza statystyczna z uwzględnieniem określonego zdarzenia jako przyczyna zgonu w odpowiednich grupach wiekowych

Niezaprzeczalnie w przeprowadzonej analizie wszystkich pacjentów po urazie czaszkowo-mózgowym potwierdzono istotną statystycznie różnicę w ilości zgonów w zależności od zaistniałego zdarzenia. Obrażenia czaszkowo-mózgowe ze skutkiem śmiertelnym były najliczniej reprezentatywne po wypadkach komunikacyjnych 8,26 %, w wyniku uderzenia występowały w 2,38% przypadkach, pozostałe zdarzenia określane jako "inne" dotyczyły również 9,09%. Najbardziej zaskakujące okazało się, że ani jedna osoba, będąca ofiarą upadku z wysokości, nie poniosła z tego powodu śmierci (Tab.10.).

Tab.10. Stosunek statystyczny uwzględniający zaistniałe zdarzenie oraz skutek urazu.

Zdarzenie	Pacjent przeżył	Pacjent poniósł śmierć
Wypadek komunikacyjny	91,74 % (100)	8,26 % (9)
Upadek z wysokości	100 % (97)	0 % (0)
Uderzenie	97,62 % (41)	2,38 % (1)
Inne	90,91 % (10)	9,09 % (1)

W stosunku do danych grup wiekowych, zgon w wyniku urazu czaszkowo-mózgowego, do którego doszło w określonym zdarzeniu, najczęściej dotyczył osób pomiędzy 7-12 rokiem życia – 8,96% (6 osób), natomiast najrzadziej u dzieci pomiędzy 0-6 rokiem

życia – 1,20% (1 osoba), w przypadku pacjentów powyżej 13-go roku życia stanowiła 3,67 % (4 osoby).

Tab.11. Porównanie statystyczne uwzględniające skutek urazu w odpowiedniej grupie badanej.

Grupa badana	Pacjent przeżył	Skutek śmiertelny
0-6 rok życia	83 (98,80%)	1 (1,20%)
7-12 rok życia	62 (91,04%)	6 (8,96%)
13-18 rok życia	106 (96,33%)	4 (3,67%)
suma	248	11

4.2.3 Analiza statystyczna z uwzględnieniem zmian opisywanych w badaniu TK względem zgonu (obejmująca całą grupę badaną)

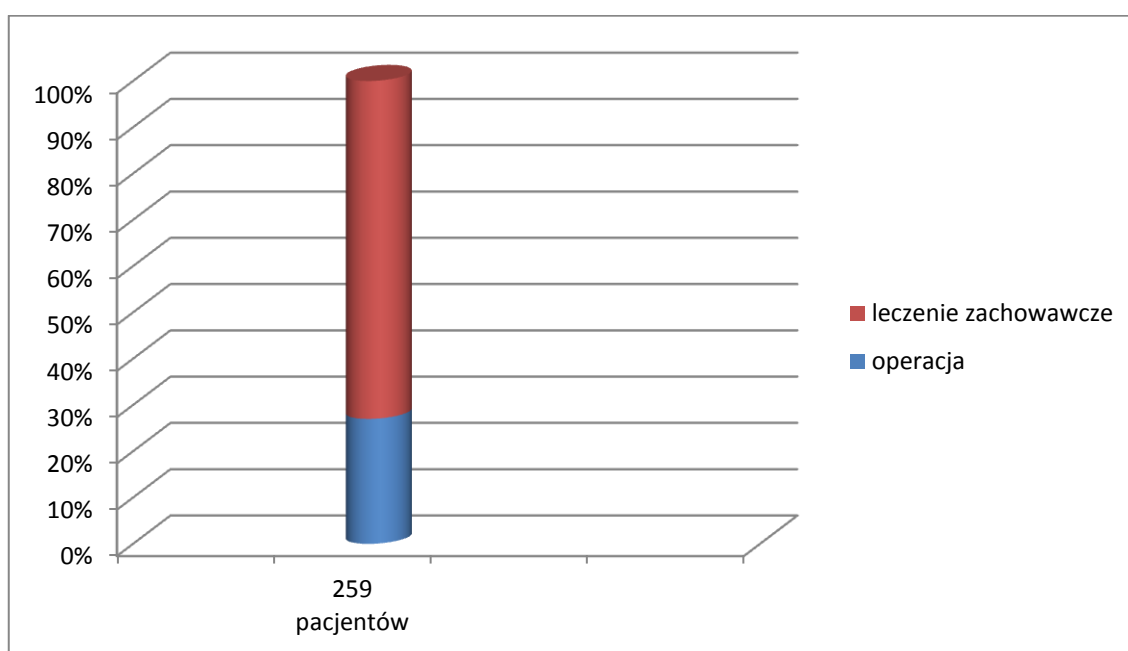
Zależność śmiertelnego skutku urazu w stosunku do badań obrazowych tomografii komputerowej opisane jako zmianowe bądź bezzmianowe potwierdziła się w analizie statystycznej, w której 100 % zgonów było opisywanych jako badania ze zmianami mózgowo-czaszkowymi. Samo złamanie czaszki uplasowało się na granicy istotności jako odrębna i jedyna przyczyna zgonu ($p = 0,045$ w teście χ^2). Natomiast krwawienie w obrębie mózgowia wykazało w analizie statystycznej istotną różnicę ($p = 0,0092$ w teście χ^2), co stanowiło 82 % przypadków (tyle ofiar ze skutkiem śmiertelnym w całej grupie badanej miało opisane krwawienie wewnątrzczaszkowe w badaniu TK).

4.2.4 Analiza statystyczna wykazująca różnicę w zależności od wdrożonego postępowania oraz długości hospitalizacji z uwzględnieniem całej grupy badanej

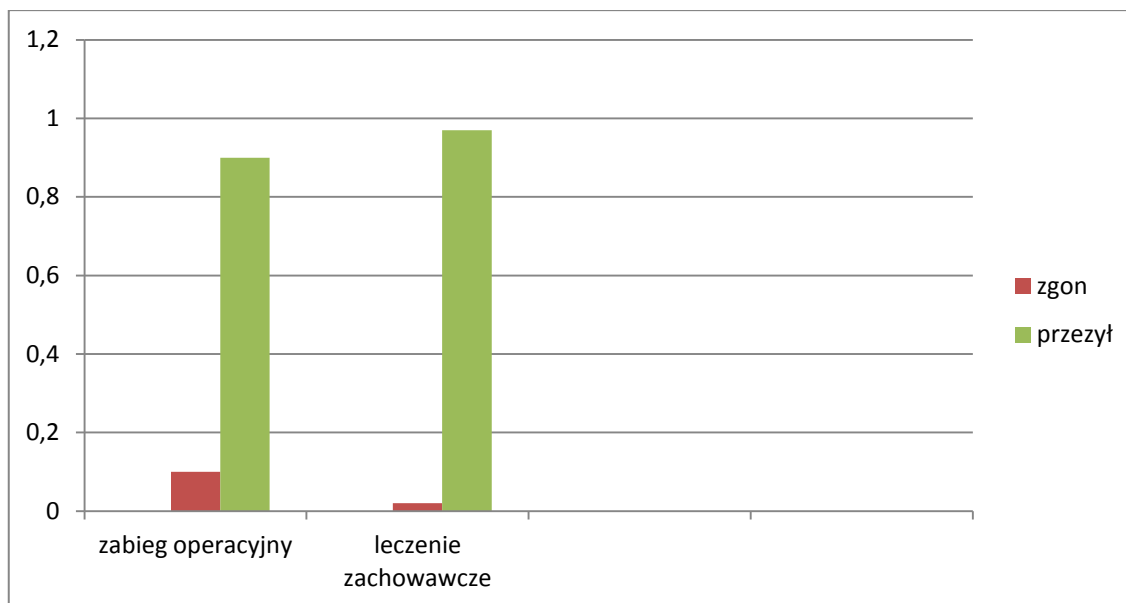
Ogółem wśród pacjentów objętych badaniem czas hospitalizacji najczęściej trwał do tygodnia (tab.12). Stan wymagający zabiegu operacyjnego dotyczył 69 osób, z których większość przeżyła (Ryc. 31). Pozostali poszkodowani (190 osób) w większości byli w stanie stabilnym, i objęci zostali leczeniem zachowawczym (Ryc. 30).

Tab. 12. Procentowy rozkład długości hospitalizacji w całej grupie badanej.

Długość hospitalizacji	Rozkład procentowy
1. poniżej tygodnia	38%
2. tydzień	30%
3. dwa tygodnie	14%
4. trzy tygodnie	7%
5. miesiąc – 4 tygodnie	6%
6. 2 miesiące – 8 tygodni	3%
7. trzy miesiące – 12 tygodni	0,4%



Ryc. 30. Odsetkowy podział wdrożonych procedur leczniczych.

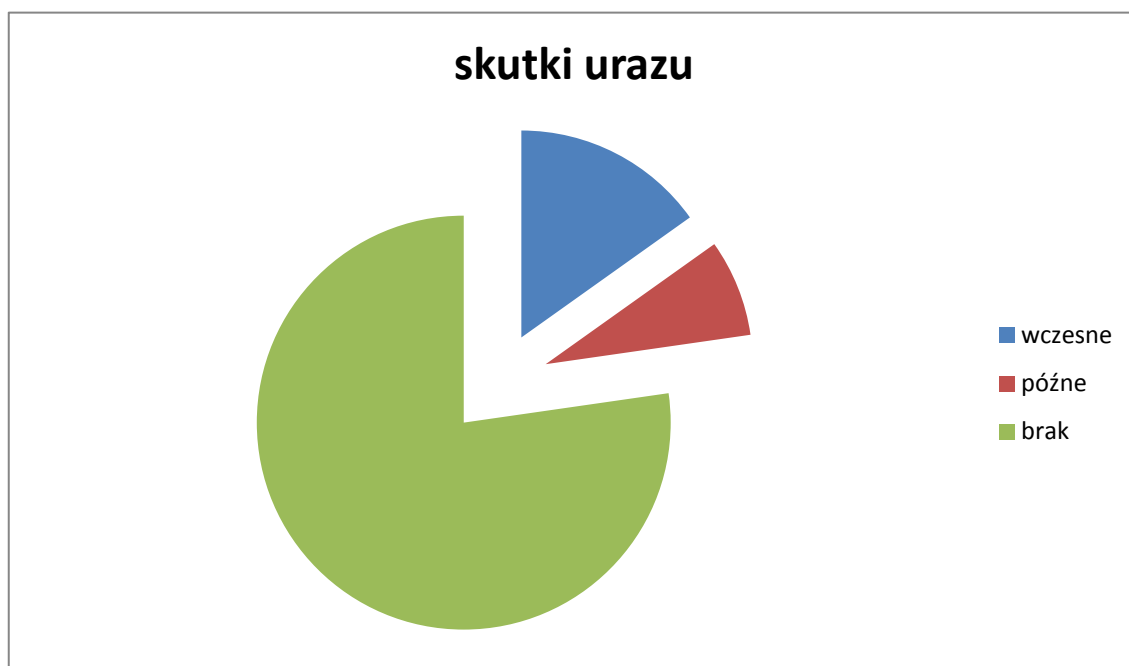


Ryc. 31. Zależność wynikająca z faktu wykonania zabiegu operacyjnego z wynikiem testu χ^2 ($p=0,0079$).

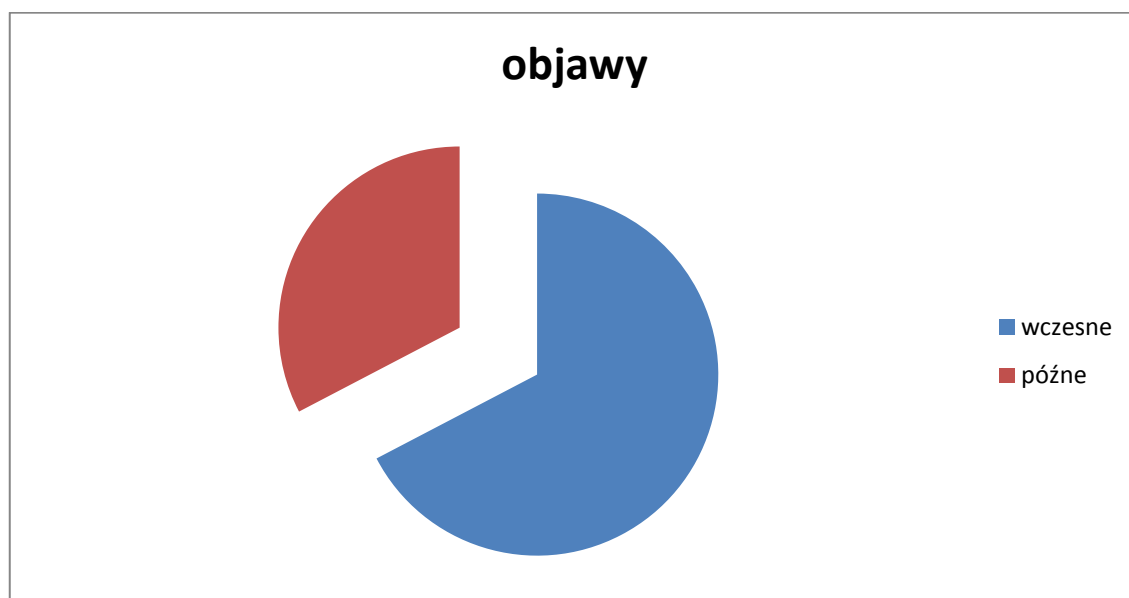
4.2.5 Skutki obrażeń

Rozpatrując całą badaną grupę pod kątem występowania skutków obrażeń czaszkowo-mózgowych jako wczesne (od zdarzenia do 2-3 doby), późne (powyżej 3 doby oraz bardziej odległe) lub brak, najrzadziej występowały powikłania późne. Najliczniejsze były niewielkie powikłania pod postacią utraty uzębienia, drobnych otarć bądź krwinków. Natomiast w przypadku 29 poszkodowanych, reprezentowali objawy wczesne pod postacią: pobudzenia, znacznej agresywności, splątania, senności, utraty przytomności, niepamięci okoliczności zdarzenia, wymiotów, uogólnionych napadów drgawek, licznych złamań, odmy śródtkankowej, znacznego pobudzenia, wychłodzenia ciała, asymetrii szerokości źrenic bez widocznej reakcji na światło, bólu głowy, trudności z mową (bełkotliwa), braku świadomości, okresowego ułożenie odgięciowego, nagłego zatrzymania krążenia, bądź innych objawów neurologicznych – powyższe objawy mogły przemawiać za wstrząśnieniem, stłuczeniem mózgu lub krwawieniem w obrębie czaszki. W przypadku późnych/odległych objawów wyodrębnionych wśród dzieci objętych w analizie (14 osób), stałe wzmożone napięcie mięśniowe, w pojedynczych przypadkach kończyny górne były w ustawieniu zgięciowym. Poza tym występowały pourazowe napady padaczkowe, utrudniony kontakt, zaburzenie połykania, które w istotny sposób utrudniały samodzielne żywienie dojelitowe, objawy porażenia pęcherza moczowego, cechy niedowładu połowicznego lub

czterokończynowego, oczopląs, niedosłuch. W dwóch przypadkach wystąpiło uszkodzenie oka (siatkówki w okolicy plamki żółtej oraz pęknięcie tęczówki przy zwieraczu, bez cech podwichnięcia soczewki), przewlekłej niewydolności oddechowej, śpiączki. Powyższe objawy mogły przemawiać za obrzękiem mózgu, encefalopatią niedotlenieniową lub cerebrastenią pourazową.



Ryc. 32. Odsetkowy podział poszczególnych skutków urazów pośród analizowanej grupy.



Ryc. 33. Odsetkowy podział poszczególnych skutków urazów pośród analizowanej grupy osób objawowych.

4.2.5.1 Ocena TK jako element prognostyczny późnych powikłań

Wykorzystanie skali Helsińskiej TK do prognostycznej oceny powikłań późnych w ujęciu całej grupy badanej (pod postacią zaburzeń neurologicznych po 6 miesiącach od zdarzenia), jak również ryzyka śmiertelności dało pewne zależności. W rozkładzie procentowym dla wartości skali Helsińskiej w stosunku do outcome'u (w rozumieniu wyniku) wyłonił się wniosek, że czynnik ryzyka śmiertelności dotyczył co najmniej 92 % osób zmarłych. Ze wszystkich ocenianych elementów w badaniu TK całkowicie uciśnięte zbiorniki podstawy mózgu wykazały najsilniejszy czynnik prognostyczny śmiertelności i dotyczyły 100 % przypadków. Kolejną cechą w sposób zauważalny wpływającą na późniejszy stan pacjenta, było krwawienie dokomorowe, które w widoczny sposób przyczyniało się do niepożądanych najcięższych skutków odległych (niedowładów, śpiączki, zgonu) i dotyczyło 36 % poszkodowanych. Pod względem rozkładu procentowego uwzględnionego w niekorzystnym wyniku, w którym zaobserwowano zaawansowane zmiany neurologiczne pod postacią niedowładów, śpiączki, dotyczyły powyżej 70 wartości procentowej.

Tab. 13. Porównanie median wyników punktowych w skali zależności czy wystąpił zgon, dający istotną różnicę.

Zmienna	Statystyki opisowe (Arkusz in urazy)				
	skutek urazu	Średnia	N ważnych	Mediana	Moda
skala Helsinska - ogólna wartość	1	2,084677	248	0,00	0,000000
skala Helsinska - ogólna wartość	2	32,81818	11	29,00000	wielokr.

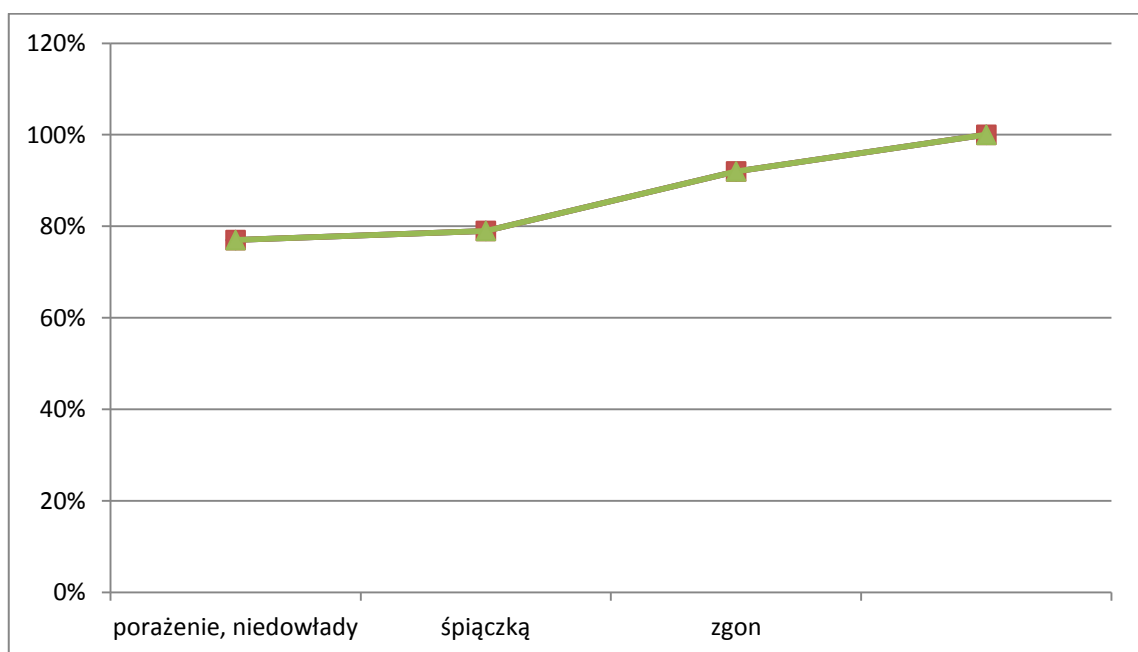
Zmienna	Statystyki opisowe (Arkusz in urazy)				
	Liczność Mody	Minimum	Maksimum	25,000 Percentyl	75,000 Percentyl
skala Helsinska - ogólna wartość	163	0,00	14,00000	0,00	4,000000
skala Helsinska - ogólna wartość		18,00000	51,00000	25,00000	42,00000

Zmienna	Statystyki opisowe (Arkusz in urazy)				
	Geometr. Średnia	Harmon. Średnia	Odch.std	Wariancja	Odch. przeciętne
skala Helsinska - ogólna wartość			3,414201	11,65677	2,784079
skala Helsinska - ogólna wartość	31,36916	29,94794	10,19626	103,9636	8,710744

Zmienna	Statystyki opisowe (Arkusz in urazy)				
	Rozstęp	Kwartyl. Rozstęp	Skośność	Kurtoza	Suma
skala Helsinska - ogólna wartość	14,00000	4,000000	1,616192	1,883065	517,0000
skala Helsinska - ogólna wartość	33,00000	17,00000	0,328735	-0,876310	361,0000

Zmienna	Test U Manna-Whitneya (z poprawką na ciągłość) (Arkusz1 w urazu) Względem zmiennej: skutek urazu Zaznaczone wyniki są istotne z $p < ,05000$				
	Sum.rang Grupa 1	Sum.rang Grupa 2	U	Z	p
skala Helsinska - ogólna wartość	30876,00	2794,000	0,00	-5,60837	0,000000

Zmienna	Test U Manna-Whitneya (z poprawką na ciągłość) (Arkusz1 w urazu) Względem zmiennej: skutek urazu Zaznaczone wyniki są istotne z $p < ,05000$				
	Z popraw.	p	N ważn. Grupa 1	N ważn. Grupa 2	2*1 str. dokł. p
skala Helsinska - ogólna wartość	-6,48781	0,000000	248	11	0,000000



Ryc. 34. Prognoza powikłań późnych w zależności od rozkładu procentowego uzyskanego na postawie skali Helsińskiej TK.



Ryc. 35. Obrzęk mózgu z uciśnięciem lewej komory bocznej.



Ryc. 36. Masywny obrzęk mózgu z krwawieniem dokomorowym.

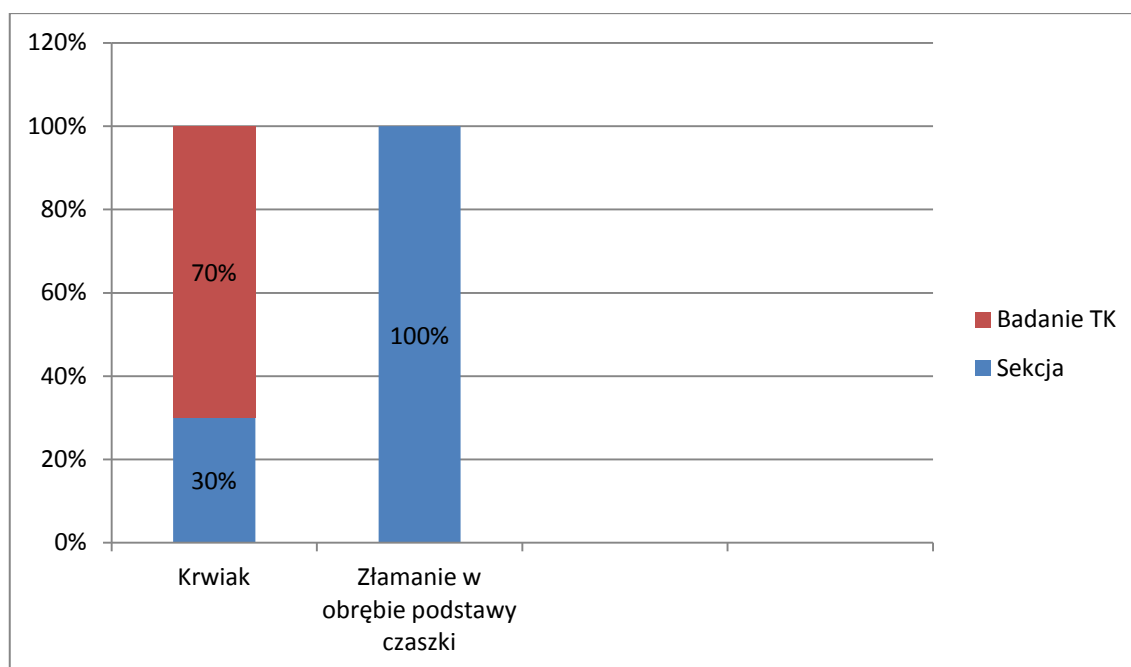
4.3 Protokoły sekcyjne a badania tomografii komputerowej

We wszystkich wykonanych sekcjach zwłok na podstawie przeprowadzonych oględzin zewnętrznych i wewnętrznych potwierdzono, że przyczyną śmierci były urazy mózgowo-czaszkowe, powodujące obrażenia, do których doszło w rezultacie zaistniałych zdarzeń. Rozpatrując całą grupę pod względem płci osób zmarłych, rozkład okazał się porównywalny z niewielką przewagą dla płci żeńskiej – 55% dziewczyny, 45 % – chłopcy. W porównaniu protokołów sekcyjnych z badaniami obrazowymi tomografii komputerowej wykonanych przyżyciowo (oba z zakresu głowy) wykazano wysoką swoistość – powyżej 80 % dla złamań w obrębie czaszki (w tym przypadku nie było możliwości policzenia współczynnika zgodności Kappy Cohena z przyczyn matematycznych, które wynikały ze wzoru). W przypadku oceny obecności krwiaków wewnątrzczaszkowych ocenianych w TK i podczas sekcji, zgodność dotyczyła jedynie 7 % (współczynnik Kappa Cohena dla tych danych: 0,16 - w interpretacji tego współczynnika potwierdzający niewielką zależność/zgodność).

Tab. 14. Współczynnik zgodności Kappa Cohena dla krwiaka wewnątrzczaszkowego stwierdzonego w TK i w sekcji.

Współczynnik zgodności pomiędzy krwiakiem w sekcji i krwiakiem w TK	Kappa Cohena
	0,16

Zdecydowana większość krwiaków zaobserwowana była w badaniu obrazowym, podobnie jak krwawienie w obrębie układu komorowego. Natomiast konkretnie złamanie w obrębie podstawy czaszki częściej stwierdzane było podczas sekcji zwłok niż badaniach obrazowych TK.



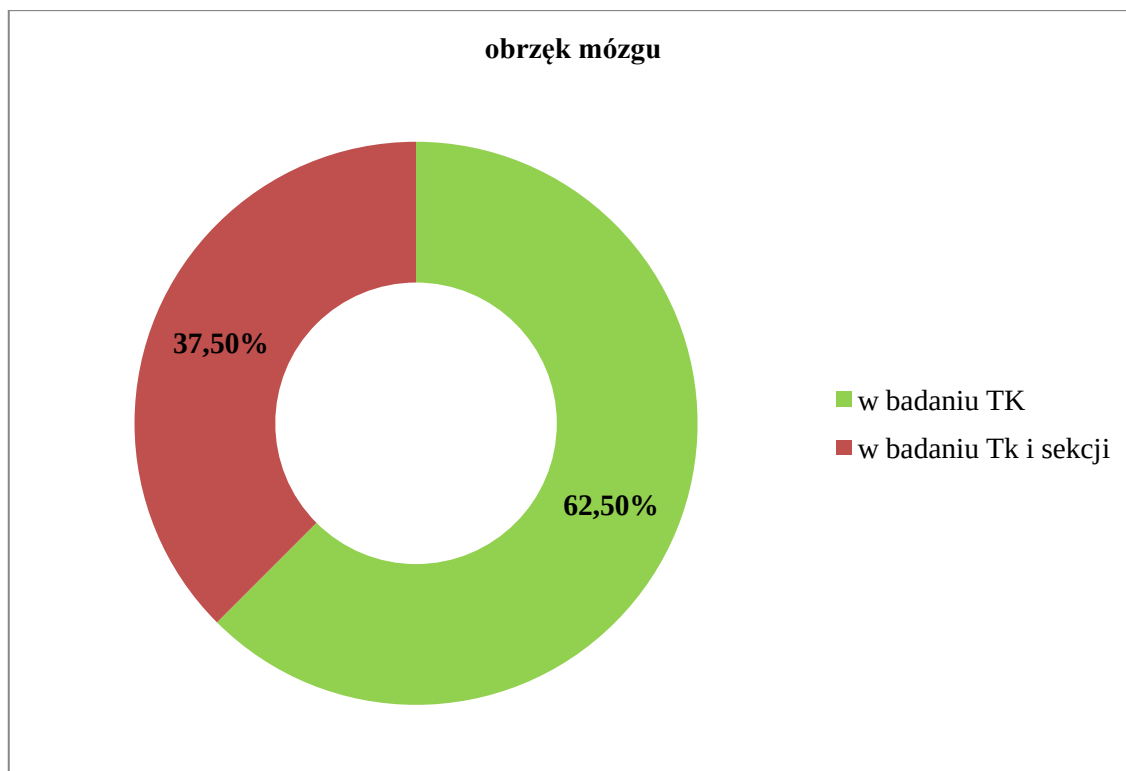
Ryc. 37. Procentowy rozkład stwierdzonych krwiaków i złamań podstawy czaszki w badaniu TK i w sekcji.

Zgodność pomiędzy badaniami tomografii komputerowej i sekcyjnymi dotyczącymi złamania podstawy czaszki stanowi jedynie 12,5 % (współczynnik Kappa Cohena dla powyższych danych: 0,09- w interpretacji tego współczynnika brak zależności/zgodności). Nie stwierdzono obecności żadnego badania tomografii komputerowej, w której byłoby opisane złamanie podstawy czaszki bez potwierdzenia w sekcji zwłok.

Tab. 15. Współczynnik zgodności Kappa Cohena dla złamania podstawy czaszki i potylicy stwierdzonego w TK i w sekcji.

Współczynnik zgodności pomiędzy złamaniem podstawy czaszki w sekcji i złamaniem w TK	Kappa Cohena
	0,09

Obrzęk mózgu odnotowano częściej w badaniu obrazowym, natomiast jednocześnie jego występowanie w obu tych badaniach dotyczył niewielkiej grupy badanych.



Ryc. 38. Odsetek stwierdzonego obrzęku mózgu w badaniu TK i w sekcji.

4.3.1 Przeszczepy narządów

Ważną kwestią jest zatrważająco niski odsetek pacjentów, od których pobrano narządy do przeszczepu (dotyczył zaledwie 2 osób). Pobrano głównie nerki, węzły chłonne, śledzionę, wątrobę, serce na grafty zastawkowe i naczyniowe. Może stać się to podstawą do dalszych rozważań, wykraczających poza zakres aktualnej rozprawy doktorskiej.

5. OMÓWIENIE I DYSKUSJA

Obrażenia czaszkowo-mózgowe powstałe w konsekwencji urazów głowy oraz wynikające z nich skutki obejmujące sferę zdrowotną oraz społeczną są ogromnym problemem dla zdrowia publicznego, zarówno w Polsce jak i na świecie. Mimo prewencji oraz powszechnego przedstawiania jej ważności, w dalszym ciągu notuje się wysoki odsetek urazów w obrębie głowy u dzieci. Na podstawie licznych publikacji, danych statystycznych policji i obserwacji własnej autora, obrażenia czaszkowo-mózgowe są nagminne, co może wynikać z faktu częstego braku nadzoru osób dorosłych oraz specyfiki wynikającej z wieku dziecięcego, jaką jest aktywność, ciekawość oraz ograniczona zdolność przewidywania ewentualnych konsekwencji pewnych zdarzeń i zachowań. Stąd właśnie najczęstszą grupą wiekową, która ulegała wypadkom w analizowanej grupie, były osoby powyżej 13 roku życia – wiek szkolny, młodzież (co zostało przedstawione w niniejszej pracy). Jest to wiek zdecydowanie większej aktywności sportowej, potrzeby spędzania czasu z rówieśnikami bez nadzoru osób dorosłych, co w dużej mierze może przyczynić się do wzrostu zagrożenia związanego z występowaniem zdarzeń niepożądanych w tej grupie wiekowej. Dodatkowo nieodpowiednie zabezpieczenie, a często też ich brak, zdecydowanie zwiększa ryzyko wystąpienia powikłań, wynikających z samego urazu, np. brak kasku podczas jazdy na rowerze, brawurowa jazda czy negowanie ogólnie przyjętych norm bezpieczeństwa. Najczęstszym zdarzeniem, w wyniku którego dochodziło do obrażeń czaszkowo-mózgowych w grupie dzieci starszych, był wypadek komunikacyjny (obejmujący ofiary chronione, jednośladow oraz pieszych). Kolejną grupą wiekową wśród pacjentów objętych w badaniu, która często ulegała urazom głowy, była to grupa dzieci najmłodszych (0-6 roku życia), u których w przeważającej części upadki stanowiły główną przyczynę hospitalizacji. Poziom koordynacji ruchowej u małych dzieci jest niski, dlatego nie dziwi fakt zgłaszania się rodziców z dzieckiem do szpitala, które upadło i doznało urazu okolicy głowy. Dziecko uczące się chodzić, często upada. W tym przypadku obrażenia zazwyczaj są niewielkie, wręcz znikome. Poważniejsze wynikają z upadków z wyższych wysokości, choćby parapetów, szafek, schodów, ale tu najczęściej potwierdza się brak odpowiedniej opieki osoby dorosłej. Podobna sytuacja jest u dzieci nieco starszych z zakresu wieku przedszkolnego, w którym popularność placu zabaw jest ogromna, koordynacja ruchowa w fazie kształtowania, a opieka osób starszych niewystarczająca. Grupa, która najrzadziej ulegała urazom to dzieci pomiędzy

7-12 rokiem życia. Są to osoby, których rozwój ruchowy jest już rozwinięty w sposób satysfakcjonujący oraz w dalszym ciągu są pod opieką swoich opiekunów, i najprawdopodobniej te dwa elementy w dominujący sposób chronią je przed urazem. W badanym materiale przeważającą część osób z urazami głowy stanowili chłopcy – 64%, natomiast dziewczyny – 36%. Częstość zwiększonej urazowości zaobserwowano wiosną i latem. Są to pory roku, które dają więcej okazji do zwiększonej aktywności fizycznej oraz spędzania wolnego czasu poza domem, co może sprzyjać wzrostowi doznanych urazów. Natomiast pod kątem dni tygodnia piątek i poniedziałek wykazały najwyższy odsetek obrażeń czaszkowo-mózgowych, co odbiega od ogólnie przyjętych przekonań, że w weekendy urazy są najczęstsze. Zwiększona urazowość w ciągu roboczych dni tygodnia może być związana z dodatkowymi zajęciami pozaszkolnymi, które często odbywają się w różnych miejscach, na które trzeba dotrzeć za pomocą różnego typu środka transportu (samochód, rower, motocykl). Dodatkowo piątek może być dniem częstszych spotkań rówieśników po zajęciach szkolnych, które w wielu przypadkach odbywają się bez obecności dorosłych lub przy braku ich czujności, bądź zmniejszonego nadzoru. Poniedziałek najprawdopodobniej okazał się dniem, w którym uwidoczniły się objawy jako następstwo urazów zaistniałych w weekend. Możliwe obrzmienie lub obrzęk mózgu manifestujący się wymiotami, ospałością lub odmiennym zachowaniem mógł ujawnić się po kilku godzinach bądź dniach, co może wzbudzić zaniepokojenie u rodziców, i tym samym konieczność konsultacji lekarskiej.

W pracy Wieder-Huszla i współpracowników [91], objęto badaniem 2.182 osób w wieku od 0 do 18 roku życia, w której płeć męska stanowiła 1490 osób, a żeńska 692. W tej grupie leczeniem ambulatoryjnym najczęściej były objęte dzieci 8-14 lat, co stanowiło 33,94 % (393), kolejna 2-4 lata – 24,87 % (288), 5-7 lat – 21,16 % (245), natomiast grupa wiekowa poniżej 1 roku życia – 5,53 % (64) oraz w przedziale 15-18 lat – 14,51 % była najmniej liczna [91].

Madaan P. i współpracownicy wśród 15.000 przebadanych pacjentów, u których stwierdzono podejrzenie urazu głowy u 4.833 dzieci w wieku poniżej 16 roku życia, gdzie w zależności od podziału na grupy wiekowe, wyniki rozkładały się następująco: dzieci 8 rok życia i mniej stanowiły grupę 500 osób (10,4 %), 9-12 rok życia – 224 (4,6 %), a 13-16 rok życia – 4.109 dzieci (85 %). Spośród nich 65 % byli to chłopcy (a ich średni wiek wynosił 6,6 lat) [92].

Artykuł Chaitanya K i współpracowników, w którym omówiono urazy czaszkowo-mózgowe u dzieci w Indiach, oparto się na badaniach 76 przypadków osób pediatrycznych w którym 51 (67 %) stanowili chłopcy, a 25 (33 %) dziewczynki, a średni wiek wystąpienia urazów, to 5,5 lat [93].

Szpak Ł. swoją analizą objął 7.319 dzieci z SOR Wojewódzkiego Szpitala Specjalistycznego w Radomiu, gdzie płeć męska stanowiła 4.904 (67 %), a żeńska 2.415 (33 %). Pod względem wieku osoby w przedziale 16-18 lat (1.607 osób, czyli 22 %). Najczęściej były diagnozowane z powodu urazów w obrębie głowy, zaś noworodki najrzadziej (978 przypadków, czyli 13 %) [95].

Analizując powyższe publikacje, zwraca uwagę rozbieżność dotycząca wieku, w którym dzieci ulegają urazom czaszkowo-mózgowym. W materiale własnym jest to grupa dzieci starszych powyżej 13 roku życia, która w łącznej grupie 259 pacjentów, stanowiła 109 osób (42 %), kolejna była 0-6 rok życia – 83 (32 %), najrzadziej dzieci w wieku 7-12 lat – 67 (26 %), co najbardziej pokrywa się z wynikami Szpaka oraz Madaan P. i współpracowników. Natomiast wnioski omówione przez pozostałych autorów są odmienne, i dotyczyły młodszej grupy wiekowej. W przypadku Wieder-Huszla i współpracowników [91] były to dzieci od 8 do 14 roku życia (co ciekawe, w pracy autora była to grupa, która najrzadziej ulegała urazom w obrębie głowy). Pozostali autorzy, tj. Chaitanya K. i współpracownicy wykazali, że najbardziej popularny wiek wystąpienia urazów, to 10-15 lat, czyli pośrednio pokrywająca się z wynikami powyższych autorów. Natomiast całkowita zgodność wszystkich badaczy, dotyczyła płci męskiej, że najczęściej ulegają urazom w obrębie głowy. W niniejszym materiale w grupie poszkodowanych wypadki komunikacyjne (42 %) i upadki (37 %) stanowiły najczęstszą przyczynę obrażeń głowy, co pokrywa się z obserwacjami Madaan P. i współpracowników, natomiast różni się z wynikami Szpaka, Wieder-Huszla [91] i wsp., Madaan P. i wsp. Autorzy wykazują upadek jako najczęstszą przyczynę urazów. Należy jednak zaznaczyć, że wspomniane publikacje nie uwzględniają kryterium wiekowego. Co w materiale własnym autor wykazał silną korelację pomiędzy zdarzeniem, w wyniku którego wystąpił uraz głowy, a wiekiem. Wypadek komunikacyjny dotyczył najczęściej osób pomiędzy 13-18 rokiem życia. Natomiast od 0-6 roku życia, były to właśnie upadki, po których podatność na wystąpienie obrażeń w zakresie głowy jest znaczna, a może wynikać z braku jej stabilizacji, gorszej koordynacji ruchowej małych dzieci oraz niesymetrycznie rozkładający się ciężar ciała na rzecz głowy u najmłodszych. W przypadku dzieci

starszych i młodzieży w badanej pracy wyłonił się trend do częstszego występowania obrażeń czaszkowo-mózgowych w mechanizmie wypadku komunikacyjnego (zarówno w charakterze kierowców jednośladów, pasażerów i kierowców pojazdów mechanicznych, jak i pieszych), co wiązać się może z najczęstszym użytkowaniem powyższych urządzeń w tej grupie wiekowej. Determinującą przesłanką przemawiającą za znaczną częstością urazów głowy w takim mechanizmie, jest zdecydowanie duża prędkość oraz siła pojazdu sprawczego, możliwy brak ochronnych czynników takim jak kask, a w przypadku pojazdów, pasów bezpieczeństwa (lub niewłaściwe ich założenie), co stwarza realne zagrożenie wystąpienia ciężkich obrażeń [99, 100, 101, 102].

Analiza pory roku i dni tygodnia pod kątem powszechności urazów wykazała, że wiosną i latem jest najwyższa, co potwierdzają również Wieder-Huszla wraz z wsp.[91], Søreide i współpracownicy[105] oraz Szarpak [94]. Pod względem dni tygodnia piątek okazał się dniem, kiedy występuje najwięcej obrażeń czaszkowo-mózgowych. Parslow i wsp. [95] przeanalizowali 623 dzieci pod kątem epidemiologii pourazowego uszkodzenia mózgu, gdzie również wykazali zwiększoną ilość przyjęć dzieci po urazach w piątek, podobnie jak Boldo i współpracownicy skojarzyli wzrost obrażeń w czasie okołoweekendowym [96]. Zależności te mogą wynikać ze zwiększonej aktywności w tych okresach. Eom [104] wykazuje trend związany z sezonowością występowania urazów. Autor przeanalizował 327 pacjentów w okresie od stycznia 2016 roku do grudnia 2017 roku i wykazał, że najwięcej zgłoszeń na SOR było w sobotę, latem.

Wielorzędowa tomografia komputerowa w kluczowy sposób wpłynęła na postępowanie z pacjentami po urazach głowy. Umożliwia w krótszym czasie i znaczną precyzją uwidocznienie różnego rodzaju obrażenia. A tym samym daje podstawę do przyjęcia odpowiedniej postawy terapeutycznej. Bardzo ważna jest też możliwość (którą daje TK) jak najszybszego uwidocznienia zmian urazowych, które w najwcześniejszych fazach mogą nie dawać żadnych objawów klinicznych [97]. Z drugiej strony należy pamiętać o wpływie promieniowania jonizującego na pacjenta, które nie jest obojętne dla jego zdrowia. Tym bardziej jest to istotne, bo dotyczy osób młodych [60,68]. Niemniej jednak Frush i współpracownicy zauważyli tendencje rosnące z wykorzystaniem badań TK zarówno u dzieci jak i dorosłych. Kładąc nacisk na próby minimalizowania niepotrzebnego narażenia na promieniowanie, poprzez odpowiednio zebrany wywiad czy wykorzystanie innych dostępnych urządzeń diagnostycznych, choćby

ultrasonografii, a w sytuacji niezbędnego wykonania tomografii komputerowej, jak największego ograniczenia badanego obszaru [98].

W badanym materiale przeważającą grupą dzieci, u których wykonane było badanie obrazowe TK, była grupa ofiar wypadków komunikacyjnych jak i upadków, u których w 70 % ograniczono badanie tylko do samej głowy. Pozostałe 30 % dotyczyło badań według protokołu Trauma scan (obejmującego całe ciało). A tym samym potwierdziło przekonanie powyższego autora (Frush i współpracownicy) o zasadzie badania tylko niezbędnego obszaru ciała. Co ciekawe wśród 259 przebadanych dzieci za pomocą tomografii komputerowej, mimo wcześniejszych przekonań, o możliwym wystąpieniu obrażeń czaszkowo-mózgowych, ostatecznie aż 40 % okazywały się bezzmianowe. Podobnie wyniki wykazał Madaan P. i współpracownicy [92], u których jedynie w 12 % stwierdzono nieprawidłowości w obrazowym badaniu TK, i przeważnie związane były ze złamaniem – 5,4 %, co było zgodne z wynikami Chaitanya i współpracowników [93], których analiza przedstawiła 55,26 % dla złamania czaszki, dla krwawienia wewnątrzczaszkowego 53,8%. W odniesieniu do badań autora zależność przedstawia się podobnie, złamanie czaszki stanowiło prawie 50 % przypadków, a krwawienie wewnątrzczaszkowe 35%, które, mimo że występuje rzadziej, to jednak stanowi główną istotę czynnika prognostycznego na przeżycie. W analizie własnej wykazano zasadnicze powiązanie pomiędzy występowaniem krwiaka w obrębie mózgowia, a zgonem poszkodowanego – ponad 80 % ofiar śmiertelnych miało opisane krwawienie w badaniu tomografii komputerowej. Złamanie czaszki jako odrębna przyczyna śmiertelności uplasowała się na granicy istotności statystycznej.

Jednym z założonych celów pracy, była ocena ciężkości urazów oraz ich skutków z wykorzystaniem retrospektywnych badań uzyskanych za pomocą tomografii komputerowej. W tym celu wykorzystano skalę Helsińską TK do prognostycznej oceny późnych powikłań po urazie, obrazy samych badań oraz objawów klinicznych pacjentów. Należy mieć na uwadze, że obrażenia powstające w wyniku zaistniałego zdarzenia dzieli się na pierwotne (wczesne – powstałe w wyniku zadziałania siły sprawczej) oraz wtórne (późne – powstające w czasie, na skutek działania różnych procesów biologicznych).

W wynikach własnych wczesne zmiany urazowe głowy odnotowano u 67 % poszkodowanych, co przeważało nad powikłaniami późnymi (32,5 %) z uwzględnieniem tylko grupy osób objawowych. W przypadku całej grupy badanej powikłania wczesne stwierdzono u 15 % dzieci, późne u 7,4 % natomiast pozostałe

dotyczyły 76,5 % osób pozostały bez poważnych objawów klinicznych. W pracy Chaitanya i współpracowników [93] odsetek ten jest porównywalny i wynosi 79 % dla osób bezobjawowych i zaledwie pojedyncze osoby manifestowały objawy późne pod postacią bólów głowy (3 osoby), niedowłady połowicze (4 osoby), wzmożone napięcie (1 osoba), napady padaczkowe (2 osoby) wodogłowie, zaburzenie widzenia i mowy (2 osoby). Kołpa i współpracownicy na podstawie własnych badań przeprowadzonych w Szpitalu Wojewódzkim im. św. Łukasza w Tarnowie, które obejmowały 150 dzieci leczonych na Oddziale Chirurgii Dziecięcej w okresie od lipca do października 2015 r. z powodu obrażeń czaszkowo-mózgowych wywnioskowali jak ogromne znaczenie ma odpowiednie podejście leczniczo-terapeutyczne na zmniejszenie się poważnych powikłań po urazach czaszkowo-mózgowych [104]. Autor we własnych obliczeniach również przedstawił zależność pomiędzy zabiegiem operacyjnym, a przeżyciem osoby poszkodowanej, skłaniającą się na szalę jego korzyści. Spośród operacji wykonywano przeważnie kraniotomię z ewakuacją krwiaka wewnątrzczaszkowego, często połączoną z repozycją wieloodłamowego złamania czaszki. Dodatkowo włączano analgosedację, neuroprotekcję oraz leczenie przeciwobrzękowe oraz antybiotykoterapię. W zakres leczenia zachowawczego wchodziło przeważnie leczenie przeciwobrzękowe z podaniem Mannitolu 20 %, płynów infuzyjnych oraz leczeniem przeciwbólowym.

W przedstawionej publikacji Trefan i współpracownicy [106] wykazali, że zdecydowana większość dzieci została przyjęta do szpitala na jedną noc, podobnie Lanwani i współpracownicy [107] przedstawili w swojej pracy analizę trendów epidemiologicznych urazów pediatrycznych z uwzględnieniem długości hospitalizacji. Łącznie z 320 pacjentów udowodnili, że 73 % (236) przebywało poniżej jednego tygodnia w szpitalu, pozostałe 26 % (84) powyżej 7 dni. Przeanalizowany materiał własny potwierdza wyżej przedstawioną zależność (tab. 12).

Poza wspomnianymi ubytkami neurologicznymi u dzieci zaistniałe w wyniku obrażeń czaszkowo-mózgowych (pod postacią wczesnych i późnych powikłań), najpoważniejszym powikłaniem urazu jest poniesiona śmierć osoby poszkodowanej. W materiale autora całkowita śmiertelność w badanej grupie wynosiła 4 %, w której za przyczynę przeważały wypadki komunikacyjne. Najbardziej zaskakujący okazał się wynik, że ani jedna osoba nie poniosła śmierci w wyniku upadku. Z uwzględnieniem wieku, zgon najczęściej dotyczył dzieci pomiędzy 7-12 rokiem życia. Madaan i współpracownicy [92] wykazali, że 3 % dzieci zmarło z powodu urazu czaszkowo-mózgowego. W przypadku Lanwani i współpracowników [107] dzieci, które poniosły

śmierć z powodu ciężkich obrażeń głowy, stanowiły 8,85 %, natomiast u Trefana i współpracowników [106] odsetek ten był znacznie niższy i dotyczył 0,4 %. Natomiast wnioski przedstawione w pracach powyższych autorów (Lanwani i współpracownicy, Madaan i współpracownicy oraz Trefan i współpracownicy) dotyczące głównej przyczyny śmiertelnego urazu, są odmienne i przemawiają w pierwszej kolejności za upadkiem. Niemniej jednak rozbieżności pomiędzy upadkiem i wypadkiem komunikacyjnym często są niewielkie i dotyczą zaledwie kilku procent (Lanwani i współpracowników [107] upadek 42 %, wypadek komunikacyjny 41 %). Søreide i współpracownicy [105] potwierdzają, że wypadki komunikacyjne dominowały jako główna przyczyna zgonu i że ich częstość zdecydowanie wzrasta wraz z wiekiem.

W przedstawianych przez autorów pracach, jak i w materiale własnym, uderza wynik bardzo niskiego ogólnego odsetka zgonów dzieci po urazie czaszkowo-mózgowym. W ogólnodostępnej literaturze zwraca się uwagę na wiek jako gorszy czynnik prognostyczny przeżycia, po ciężkim urazie głowy. Wiadomy jest fakt, że śmiertelność wynikająca z obrażeń, związana jest z bezpośrednim uszkodzeniem, ale duże znaczenie mają też wtórne zmiany pod postacią niedotlenienia czy niedokrwienia mózgu. Oprócz zmian (zarówno tych pierwotnych jak i wtórnych) wynikających z samego urazu, istnieje też wiele czynników dodatkowych, które przyczyniają się do stanu ogólnego poszkodowanego. Choćby towarzyszące choroby, które mogą mieć negatywny wpływ na dalszy los osoby po niepożądanym zdarzeniu. Natomiast zdolności adaptacyjne i regeneracyjne charakterystyczne dla osób młodych, w kluczowy sposób mogą być pomocne w przeżyciu i powrocie do zdrowia. Co u osób starszych obciążonych chorobami współistniejącymi (cukrzyca, otyłość, nadciśnienie) jest mniej prawdopodobne [71, 108, 109]. Może to tłumaczyć fakt wzrostu śmiertelności pourazowej wraz z wiekiem chorych, oraz tak niski odsetek u osób młodych.

Oszacowanie rokowania po obrażeniach czaszkowo-mózgowych jest bardzo trudne. Ale zauważono pewne korelacje pomiędzy zmianami opisywanymi w tomografii komputerowej, a stanem pacjenta po urazie głowy. Na podstawie tego opracowano skale Helsińską TK jako narzędzie prognostyczne do oceny późnych powikłań neurologicznych po zdarzeniu oraz ryzyka śmiertelności [90, 110]. W dokonanej analizie z wykorzystaniem powyższej skali autor wykazał, że "ryzyko śmiertelności" osób zmarłych sięgało co najmniej 92 %. Cennym spostrzeżeniem okazało się, że całkowicie uciśnięte zbiorniki podstawy wiązały się ze 100 % śmiertelności. W przypadku osób, które przeżyły, niemniej jednak wykazywały zaawansowane zmiany

neurologiczne, w skali Helsińskiej ich wartość procentowa uplasowała się na poziomie co najmniej 70 % lub więcej, a ich wspólnym objawem było krwawienie dokomorowe.

Z powyższych analiz wynika zasadnicza konkluzja, że uraz głowy wśród dzieci to jeden z ważniejszych problemów zdrowotno-społecznych w krajach rozwijających się oraz że stanowi poważne ryzyko przedwczesnej śmierci. W przeważającej części przypadków dziecko całkowicie wraca do zdrowia. W niektórych przypadkach wykazuje zaburzenia neurologiczne o różnym nasileniu. Niekiedy też rozległość obrażeń czaszkowo-mózgowych jest na tyle zaawansowana, że prowadzi do zgonu. Jednym z założeń pracy było ustalenie, czy mimo ogólnie znanej prewencji, urazy czaszkowo-mózgowe w grupie pediatrycznej są nadal powszechne i udaje się udowodnić, że mimo wszystko prewencja nadal nie jest wystarczająca. Edukacja jako podstawa zapobiegania niepotrzebnym zdarzeniom powinna być kluczowa. Podobnie jak przestrzeganie podstawowych zasad bezpieczeństwa, takich jak korzystanie z kasków ochronnych czy pasów bezpieczeństwa. Wszelkiego typu programy edukacyjne powinny być skierowane do dzieci z uwzględnieniem ich wieku, ze względu na różnorodność urazów charakterystycznych dla danej grupy wiekowej. Pod uwagę powinni być też brani ich opiekunowie, bo często nie są świadomi konsekwencji pewnych zachowań i sytuacji, a tym samym często nie zdając sobie sprawy z braku należytej ochrony ich pociech. W Polsce w dalszym ciągu popularność programów bezpieczeństwa jest niewielka zarówno w szkołach jak i ogólnie dostępnych mediach. Komisja Europejska oraz Organizacja Narodów Zjednoczonych ustanowiła zaledwie pojedyncze dni w maju dotyczące bezpieczeństwa ruchu drogowego [111]. Stanowi to kroplę w morzu potrzeb w uświadamianiu społeczeństwa jak poważne są konsekwencje wynikające z urazów z zakresu głowy, w szczególności gdy dotyczą dzieci.

W niniejszej pracy kolejny etap badań związany był z oceną badań tomografii komputerowej wykonanych przyżyciowo z badaniami opartymi o protokoły sekcyjne. Stwierdzono, że zdecydowana większość złamań kości czaszki uwidocznionych w tomografii komputerowej, została potwierdzona w badaniu sekcyjnym, bo aż w ponad 80 %, co wiąże się z wysoką swoistością powyższych badań. W przeważającej części przypadków dotyczyło to złamań sklepienia czaszki i twarzoczaszki. Natomiast uwidocznienie złamań w obrębie podstawy czaszki okazało się problematyczne, i w porównaniu badań tomografii komputerowej z badaniami sekcyjnymi, wyodrębniła zaledwie 12,5 % swoistości na korzyść badań sekcyjnych. Najprawdopodobniej wynika

to z faktu występowania artefaktów w obrębie tylnego dołu czaszki, a przede wszystkim ograniczeń technicznych. Na podstawie badań retrospektywnych otrzymanych z dwóch Poznańskich Szpitali Pediatrycznych, badania TK były jednorazowo oceniane na podstawie rekonstrukcji MPR (multiplanar reformed reconstruction, ang.). Jacobsen i współpracownicy [112] wykazali również niską czułość w wykryciu złamań podstawy czaszki przy pierwszym odczycie obrazów MPR TK (tylko 2 przypadki z 14). Zauważyli również celowość kolejnego odczytu za pomocą innych rekonstrukcji, z wykorzystaniem między innymi MIP TK (rekonstrukcje w projekcji maksymalnej intensywności), Volume Rendering czy wysokorozdzielczych MPR z użyciem kolimacji 0,625 mm, co pozwoliło tym samym uwidocznienie poprzednio nieocenione złamanie w problematycznej lokalizacji. Ta konkluzja pozwala wytłumaczyć niski odsetek rozpoznanych złamań podstawy czaszki w materiale własnym, skłaniając też do podjęcia dokładniejszej oceny tej trudnej anatomicznie okolicy w codziennej praktyce lekarza radiologa, co może mieć ważne znaczenie w odwzorowaniu z obrazem klinicznym osób poszkodowanych.

Kolejnym porównywanym elementem w tomografii komputerowej i sekcji było krwawienie w obrębie czaszki, którego zgodność w powyższych badaniach była zaledwie w 37 %. Zdecydowanie większa ilość krwawiaków stwierdzona była w badaniu obrazowym – w 70% (zaledwie 30 % w badaniu sekcyjnym). Wiąże się to z faktem, że ocena krwawienia w obrębie mózgowia objętego martwicą rozplywną, która w większości przypadków była stwierdzana podczas sekcji, jest bardzo trudna (jeśli w większości przypadków niemożliwa) do zdiagnozowania podczas tych badań. Obrzęk mózgu przeważnie był odnotowany w badaniu obrazowym. Zaledwie w pojedynczych przypadkach stwierdzony był jednocześnie w TK i przy badaniu sekcyjnym. Najprawdopodobniej związane jest to z reakcją biochemiczną organizmu, wynikającą z zaistniałego urazu, obejmującą czas wykonanego badania obrazowego, a mijającą po zastosowaniu ogólnie przyjętych zasad leczenia przeciwobrzękowego. Podobne zależności zauważyli Prakash Saini i współpracownicy, wykazując rozbieżność 30,76 % obrzęku mózgu pomiędzy TK a sekcją, dochodząc do wniosku, że obrzęk mózgu przemawia za reakcją wczesną uszkodzenia mózgowia [113], pokazując w tym przypadku użyteczność tomografii komputerowej nad makroskopowym badaniem sekcyjnym. Podobnie jak Panzer i współpracownicy [114], którzy wykazali różnice pomiędzy wczesnym TK a sekcją, wykazując wyraźne odrębności w powyższych badaniach, zauważając dużą wartość pierwotnych badań TK w zobrazowaniu pierwszych

skutków urazu, które w późniejszych etapach leczenia mogą być znacznie zaburzone między innymi po interwencji neurochirurgicznej. A oceniane w sekcji krwawienie lub obrzęk w obrębie mózgowia mogą być powikłaniem na interwencje chirurgiczną, a nie konsekwencją samego zdarzenia.

Powyższa analiza w materiale własnym wykazała istotną statystycznie zależność (87,5 %) dotyczącą oceny złamań w obrębie sklepienia czaszki uzyskanych w badaniu tomografii komputerowej z wynikami opartymi o protokoły sekcyjne oraz brak zależności statystycznej dotyczącej złamań podstawy czaszki, które były oceniane we wszystkich badaniach sekcyjnych. W przypadku krwawienia ta przeciwwaga ułożyła się w sposób odmienny, na korzyść tomografii komputerowej. Możliwości techniczne poprawiające wizualizację złamań, ocenę różnego typu krwawień, archiwizowanie w systemie PACS, możliwości wielokrotnego wykorzystywania badań tomografii komputerowej uzyskanych przyżyciowo, dają bardzo dobrą bazę do ich częstego wykorzystywania. Zestawienie wyników sekcji zwłok z obrazami TK nie dawały całkowitej zgodności. Potwierdza to tylko założenie o braku możliwości wymiennego zastosowania tych badań (TK a sekcja). Jednocześnie pokazując dużą wartość ich wzajemnego uzupełniania w zrozumieniu różnych procesów chorobowych wynikających z określonego zdarzenia i tym samym w precyzyjnym określeniu przyczyny śmierci.

6. WNIOSKI

Przeprowadzone analizy i badania dały podstawę do określenia następujących wniosków:

WNIOSEK 1:

Przyczyną obrażeń czaszkowo-mózgowych najczęściej były wypadki komunikacyjne oraz upadki. Częściej były one stwierdzane u chłopców, u dzieci w wieku do 6 roku życia oraz między 13 a 18 rokiem życia. Najczęściej do obrażeń czaszkowo-mózgowych dochodziło w okresie wiosenno-letnim w dni robocze w okolicy weekendu (piątek i poniedziałek).

WNIOSEK 2:

Badanie za pomocą tomografii komputerowej stanowi jedno z najważniejszych badań diagnostycznych w celu oceny obrażeń czaszkowo-mózgowych, ich stopnia i rodzaju. Badanie głowy za pomocą TK jest badaniem decydującym w określeniu postępowania leczniczo-rehabilitacyjnego, a także oceny rokowania terapeutycznego, czynników prognostycznych z uwzględnieniem niekorzystnego wyniku oraz ryzyka śmiertelności. Dodatkowym czynnikiem prognostycznym, będący niezależnym, a mający wpływ na śmiertelność po obrażeniach czaszkowo-mózgowych, jest wiek osoby poszkodowanej.

WNIOSEK 3:

Porównanie wyników badań za pomocą tomografii komputerowej z wynikami badania pośmiertnego jest najlepszym miernikiem oceny diagnostycznej w oparciu o badanie obrazowe, co ma istotne znaczenie w doskonaleniu pracy radiologa, a ponadto dokładniejszego określenia obrażeń czaszkowo-mózgowych.

WNIOSEK 4:

Zakres działań edukacyjnych dotyczących zapobiegania obrażeń czaszkowo-mózgowych u dzieci w naszym kraju jest niewystarczający. W związku z tym powinny być podjęte działania edukacyjne wśród dzieci i ich opiekunów, w celu ograniczenia urazów czaszkowo-mózgowych u dzieci.

7. STRESZCZENIE

Słowa kluczowe: dziecko, tomografia komputerowa, urazy czaszkowo-mózgowe, prewencja urazu, protokoły sekcyjne

Wiek rozwojowy i nieodłącznie związana z nim wzmożona aktywność, często też brak wyobraźni i przede wszystkim ostrożności, niezmiennie przyczyniają się do ciągłego wzrostu urazowości wśród dzieci, głównie w obrębie głowy. W najczęstszych przypadkach, właśnie z tego powodu, obserwuje się zgłaszanie opiekuna z poszkodowanym dzieckiem na Izbę Przyjęć. Pourazowe obrażenia czaszkowo-mózgowe mogą powodować różnego rodzaju powikłania o charakterze zarówno wczesnym, jak i rzutować na przyszłość. Najpoważniejszym efektem urazu jest zgon dziecka. Porównując z osobą dorosłą, dzieci wykazują odmienność anatomiczną, fizjologiczną oraz psychiczną, a tym samym zakres różnorodności i złożoności obrażeń doznanych w wyniku urazu jest u nich szeroki. Kwestia ta w dominujący sposób rzutuje na dobór odpowiedniego postępowania diagnostyczno-leczniczego. Tomografia komputerowa stała się użyteczną metodą diagnostyczną do oceny powikłań związanych z obrażeniami czaszkowo-mózgowymi, a jednocześnie narzędziem prognostycznym niekorzystnych wyników, czy nawet ryzyka śmiertelności. Niemniej jednak pacjenci pediatryczni narażeni są w nim na promieniowanie jonizujące, które nie pozostaje obojętne w szczególności dla młodego, rozwijającego się organizmu. Dlatego, zastosowanie odpowiedniej diagnostyki obrazowej w tym badanie TK, powinno być rozpatrywane indywidualnie dla danego obrazu klinicznego pacjenta, z uwzględnieniem niezbędnych potrzeb diagnostycznych, w celu podjęcia jego leczenia, maksymalnie zmniejszając narażenie młodego organizmu na skutki uboczne metody diagnostycznej. W przeważającej części, dzieci, u których wykonywane było badanie tomografii komputerowej, były ofiarami wypadków komunikacyjnych, z których część poniosła śmierć. Zmarłe dzieci poddane były badaniom sekcyjnym celem ustalenia ostatecznej przyczyny zgonu.

Celem pracy była analiza wybranych aspektów obrażeń czaszkowo-mózgowych u dzieci, pod względem epidemiologii, ciężkości i powikłań (z uwzględnieniem aspektu śmiertelnego) oraz przedstawienie powagi problemu, jakim jest w dalszym ciągu powszechność urazów pediatrycznych, mimo ogólnie przyjętych środków zapobiegawczych. Dodatkowym celem pracy była ocena zasadności wykorzystywania badań tomografii komputerowej wykonanych przyżyciowo z badaniami sekcyjnymi.

Materiał badawczy obejmował badania tomografii komputerowej z zakresu głowy, które zostały wykonane u 259 pacjentów w wieku od 0 do 18 roku życia po urazie. W badanej grupie wyodrębniło się 109 poszkodowanych wypadków komunikacyjnych, 97 ofiar upadków, 42 pacjentów zostało pobitych, natomiast 11 osób zostało przygniecione przez jakiś przedmiot lub doznało obrażeń czaszkowo-mózgowych w niejasnych okolicznościach. Następnie powyższe badania oceniono retrospektywnie, na podstawie czego uzyskano dane z zakresu epidemiologii, grup wiekowych, płci, rodzaju zdarzenia, ciężkości urazu oraz śmiertelności wynikających z obrażeń czaszkowo-mózgowych. Uzyskane dane poddano analizie statystycznej oraz przy zastosowaniu skali Helsińskiej TK dokonano oceny prognostycznej po urazie w zakresie głowy. W przypadku zmarłych pacjentów porównano badania tomografii komputerowej, które były u nich wykonane przyżyciowo, z ich protokołami sekcyjnymi.

Wykazano, że śmiertelność wynikająca z obrażeń czaszkowo-mózgowych oraz sezonowość nie odbiegają znacząco od ogólnie dostępnej literatury. Podobnie jak płeć i niezmiennie dotyczyła chłopców. Zasadnicza różnica, która się wyłoniła związana była z rodzajem zdarzenia, w wyniku którego zaistniały urazy w odpowiednich grupach wiekowych. U najmłodszych w wieku od 0 do 6 roku życia najczęściej były to upadki, natomiast u dzieci starszych i młodzieży (13-18 roku życia) wypadki komunikacyjne. W przypadku sekcji zwłok wyodrębnione złamania czaszki w dużej mierze pokrywały się z tymi, które zostały opisane w tomografii komputerowej, w szczególności złamania w zakresie sklepienia czaszki oraz twarzoczaszki. Duża odmienność pomiędzy tymi dwoma badaniami dotyczyła oceny złamań podstawy czaszki oraz obecności krwawienia wewnątrzczaszkowego.

Liczba obrażeń czaszkowo-mózgowych dzieci jest ciągle wysoka, pomimo ogólnie przyjętych zasad bezpieczeństwa. Powikłania z nich wynikające mogą być poważne, rzutując na przyszłość młodych ludzi, powodując uszczerbek na ich zdrowiu lub prowadząc do zgonu. Dlatego tak zasadne wydaje się propagowanie wszelkich środków bezpieczeństwa, by w jak największym stopniu zmniejszyć niepożądane skutki urazów w odpowiedniej grupie wiekowej. Wykorzystywanie badań tomografii komputerowej, z badaniami uzyskanymi podczas sekcji zwłok, daje szersze możliwości w ustaleniu ostatecznej przyczyny zgonu. A tym samym współpraca lekarza radiologa z lekarzem medycyny sądowej zasadna i nieoceniona.

8. ABSTRACT

Key words: child, computed tomography, craniocerebral trauma, injury prevention, autopsy protocols

Developmental age and the inherently associated increased activity, often also a lack of imagination and, above all, caution, invariably contributes to the continuous increase in trauma among children, mainly in the head area. In the most frequent cases, it is for this reason that the guardian with the injured child is admitted to the Emergency Room. Post-traumatic craniocerebral injuries can cause various complications, both early and late. The most serious effect of the injury is the death of the child. Compared to an adult, children have anatomical, physiological and psychological differences, and thus the range of diversity and complexity of injuries as a result of trauma is wide in them. Bearing this in mind, it predominantly affects the selection of an appropriate diagnostic and therapeutic procedure. Computed tomography has become a useful diagnostic method to assess complications related to craniocerebral injuries, and at the same time a prognostic tool of unfavourable outcomes or even the risk of mortality. Nevertheless, paediatric patients are exposed to ionizing radiation, which is not indifferent in particular to the young, developing organism. Therefore, the use of appropriate imaging diagnostics should be considered individually for a given clinical picture of the patient, taking into account the necessary diagnostic needs in order to start its treatment, minimizing the exposure of the young organism to the side effects of a given diagnostic method. The majority of children who underwent computed tomography were victims of traffic accidents, some of them died. The deceased children were subjected to post-mortem examinations in order to establish the final cause of death.

The aim of the study was to analyse selected aspects of craniocerebral injuries in children in terms of epidemiology, severity and complications (including the fatal aspect) and to present the seriousness of the problem, which is still the prevalence of paediatric injuries, despite generally accepted preventive measures. An additional aim of the study was to assess the legitimacy of using computed tomography examinations performed in vivo with autopsy examinations.

The research material included computed tomography examinations of the head, which were performed on 259 patients aged 0 to 18 after the injury. In the study group there were 109 victims of traffic accidents, 97 victims of falls, 42 patients were beaten, and 11 people were crushed by an object or had craniocerebral injuries in unclear

circumstances. The studies were then assessed retrospectively, which provided data on epidemiology, age groups, sex, type of event, severity of injury and mortality from craniocerebral injuries. The obtained data were statistically analysed, and the prognostic assessment was made after head injury using the Helsinki TK scale. In case of deceased patients, computed tomography scans, which were performed in them in vivo, were compared with their dissection protocols.

It has been shown that the mortality resulting from craniocerebral injuries and seasonality do not differ significantly from the generally available literature. Just like sex, and it invariably considered boys. The main difference that emerged was related to the type of incident that resulted in the injuries in the respective age groups. In the youngest aged 0-6, falls were the most common cause, while in older children and adolescents (13-18 years of age), road accidents were ones. In case of post-mortem examinations, the identified skull fractures largely coincided with those described in computed tomography, in particular those in the calvaria and the craniofacial area. The big difference between the two studies concerned the assessment of skull base fractures and the presence of intracranial bleeding.

The number of craniocerebral injuries in children continues to increase, despite generally accepted safety rules. The resulting complications may be serious, affecting the future of young people, causing damage to their health or leading to death. Therefore, it seems so justified to promote all safety measures in order to minimize the undesirable effects of injuries in the appropriate age group. The use of computed tomography examinations, together with examinations obtained during an autopsy, gives wider possibilities in determining the final cause of death. Thus, cooperation between a radiologist and a forensic doctor is justified and invaluable.

*"Żaden uraz głowy nie jest tak łagodny,
aby go całkowicie lekceważyć,
ani żaden tak ciężki, aby tracić wszelką nadzieję"*

Hipokrates

9. SPIS TABEL I RYCIN

TABELE:

Tab.1. Ofiary wypadków drogowych dzieci w latach 2016-2018.....	8
Tab.2. Skrócona karta oceny obrażeń AIS z przykładami na podstawie dotycząca obszaru klatki piersiowej	13
Tab.3. Pediatryczna skala Glasgow CCS utworzona na podstawie.....	15
Tab.4. Opracowane wyniki średniego i wysokiego ryzyka obrażeń czaszkowo-mózgowych opracowanych na podstawie.....	20
Tab.5. Zasadnicze kryteria kwalifikacji dziecka do badania TK; w przypadku braku tych parametrów, określa się stan pacjenta jako bezpieczny o niskim ryzyku, które nie wymaga TK.....	25
Tab.6. Podział dysproporcji ciała dziecka, w zależności od określonej grupy wiekowej.....	33
Tab.7. Rozkład punktacji w odpowiednich podtypach głównych zmiennych skali Helsińskiej TK, szeroko dostępny w literaturze, opracowany na podstawie.....	35
Tab.8. Obrażenia czaszkowo- mózgowe w zależności od pory roku	40
Tab.9. Obrażenia czaszkowo- mózgowe w zależności od dnia tygodnia	41
Tab.10. Stosunek statystyczny uwzględniający zaistniałe zdarzenie oraz skutek urazu.....	48
Tab.11. Porównanie statystyczne uwzględniające skutek urazu w odpowiedniej grupie badanej.....	49
Tab.12 . Procentowy rozkład długości hospitalizacji w całej grupie badanej.....	50
Tab.13. Porównanie median wyników punktowych w skali zależności czy wystąpił zgon, dający istotną różnicę.....	53
Tab.14. Współczynnik zgodności Kappa Cohena dla krwiaka wewnątrzczaszkowego stwierdzonego w TK i w sekcji	56

Tab.15. Współczynnik zgodności Kappa Cohena dla złamania podstawy czaszki i potylicy stwierdzonego w TK i w sekcji	57
--	----

RYCINY:

Ryc. 1. Wypadki z udziałem dzieci w wieku 0-6 roku życia w 2017 roku.....	8
Ryc. 2. Wypadki z udziałem dzieci w wieku 7-14 roku życia w 2017 roku.	9
Ryc. 3. Broszura światowego raportu na temat zapobiegania urazom dzieci.....	11
Ryc. 4. Złamanie w obrębie kości czaszki u dziecka	21
Ryc. 5. Krwiak w tkankach miękkich z elementami włókniaka	22
Ryc. 6. Wynaczynienie krwi ze znacznym odwarstwieniem okostnej po urazie głowy..	22
Ryc. 7. Złamanie w obrębie prawej łuski kości ciemieniowej z krwakiem w tkankach.	23
Ryc. 8. Procentowy podział badanej grupy dzieci w zależności od zdarzenia	32
Ryc. 9. Liczbowy podział występowania urazów w obrębie głowy z podziałem na odpowiednie grupy wiekowe.....	36
Ryc. 10. Odsetkowy podział wystąpienia urazów głowy w zależności od płci	37
Ryc. 11. Porównanie wieku całej grupy badanej w zależności od płci	37
Ryc. 12. Występowanie określonych zdarzeń w grupie wiekowej 0-6 lat z wynikiem testu χ^2 , będący istotnie statystycznie dla $p < 0.05$	38
Ryc. 13. Występowanie określonych zdarzeń w grupie wiekowej 7-12 lat z wynikiem testu χ^2 , będący istotnie statystycznie dla $p < 0.05$	38
Ryc. 14. Występowanie określonych zdarzeń w grupie wiekowej 13-18 lat z wynikiem testu χ^2 , będący istotnie statystycznie dla $p < 0.05$	39
Ryc. 15. Skategoryzowany histogram odpowiedniej grupy wiekowej w stosunku do zdarzenia.....	39

Ryc. 16. Odsetkowy podział obrażeń czaszkowo- mózgowych w odpowiednich porach roku.....	40
Ryc. 17. Odsetkowy podział obrażeń czaszkowo- mózgowych w odpowiednich dniach tygodnia.....	41
Ryc.18. Odsetkowy podział badań TK ograniczonych do głowy i według protokołu trauma scan	42
Ryc. 19. Odsetkowy podział badań TK na zmianowe i bezzmianowe	42
Ryc. 20. Odsetkowy podział badań TK na wystąpienie złamania w obrębie czaszki i krwawienia wewnątrzczaszkowego	43
Ryc. 21. Złamanie w górnej ścianie oczodołu prawego	43
Ryc. 22. Rekonstrukcja w 3D złamanie górnej ścianie prawego oczodołu	44
Ryc. 23. Krwiak nadtwardówkowy	44
Ryc. 24. Krwiak śródmózgowy z obrzękiem wokół	45
Ryc.25. Krwiak podtwardówkowy	45
Ryc.26. Niewielkie krwawienie podpajęczynówkowe z częściowym obrzękiem mózgu	46
Ryc. 27. Krwawienie podpajęczynówkowe.....	46
Ryc.28. Krwawienie wewnątrzczaszkowe bez cech złamania kości czaszki w oknie kostnym i miękkotkankowym.....	47
Ryc. 29. Odsetek zgonów w całej grupie badanej.....	48
Ryc. 30. Odsetkowy podział wdrożonych procedur leczniczych	50
Ryc. 31. Zależność wynikająca z faktu wykonania zabiegu operacyjnego z wynikiem testu χ^2 ($p=0,0079$)	51
Ryc. 32. Odsetkowy podział poszczególnych skutków urazów pośród analizowanej grupy	52

Ryc. 33. Odsetkowy podział poszczególnych skutków urazów pośród analizowanej grupy osób objawowych	52
Ryc. 34. Prognoza powikłań późnych w zależności od rozkładu procentowego uzyskanego na podstawie skali Helsińskiej TK	54
Ryc. 35. Obrzęk mózgu z uciśnięciem lewej komory bocznej	55
Ryc. 36. Masywny obrzęk mózgu z krwawieniem dokomorowym	55
Ryc. 37. Procentowy rozkład stwierdzonych krwinków i złamań podstawy czaszki w badaniu TK i w sekcji	57
Ryc. 38. Odsetek stwierdzonego obrzęku mózgu w badaniu TK i w sekcji	58

10. PIŚMIENNICTWO

- 1) European Child Safety Alliance; <https://www.childsafetyeurope.org/index.html> [dostęp 14.03.2021]
- 2) WHO Health Topics; https://www.who.int/violence_injury_prevention/child/injury/world_report/en/ [dostęp 13.03.2021]
- 3) GUS Główny Urząd Statystyczny Departament Badań Demograficznych i Rynku Pracy [Materiał na konferencję prasową w dniu 30 maja 2014 r.]
- 4) Roczny raport drogowy policji; <https://statystyka.policja.pl/st/ruch/drogowy/76562,wypadki-drogowe-raporty-roczne.html> [dostęp 14.03.2021]
- 5) Brongel L., Lasek J., Słowiński K., Podstawy współczesnej chirurgii urazowej, Wydawnictwo Medyczne, 2008
- 6) <http://bazawiedzy.pzh.gov.pl/start> [dostęp 13.03.2021]
- 7) <https://www.gov.pl/web/kgpsp/prewencja-spoeczna-filmy-edukacyjne>. [dostęp 13.03.2021]
- 8) Wolak P., Porębska A., Zastosowanie Dziecięcej Skali Urazowej (PTS) u pacjentów z pourazowym uszkodzeniem śledziony w materiale Oddziału Chirurgii Dziecięcej w Kielcach w latach 1992-2002; <http://www.oil.org.pl/xml/oil/oil56/gazeta/numery/n2004/n200401/n20040114>
- 9) Dewan MC, Rattani A, Gupta S. (i wsp.) Estimating the global incidence of traumatic brain injury, J Neurosurg., (4) 1: 1-18.2018
- 10) Raj R., Prognostic Models In Traumatic Brain Injury, ISBN 978-951-51-0130-3, Helsinki 2014
- 11) Nowak R., Służalek M., Tokarowski A., Metody oceny ciężkości obrażeń chorych urazowych, kwartalnik ortopedyczny, (4) ISSN 1230-1043.1992
- 12) Gennarelli T.A., Wodzin E., AIS 2005: A contemporary injury scale; Int. J. Care Injured 37, 1083-1091, 2006
- 13) Ringdal KG, Hestnes M., Palmer CS, Differences and discrepancies between 2005 and 2008 Abbreviated Injury Scale versions – time to standardise; Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine 20, (11)2012

- 14) Palmer C., Dip G., Major Trauma and the Injury Severity Score – Where Should We Set the Bar, Association for the Advancement of Automotive Medicine; 51: 13–29. 2007
- 15) Baker SP, O'Neill B., Haddon W.,(i wsp.), The injury severity score: a method for describing patients with multiple injuries and evaluating emergency care. J Trauma, (3);14(3): 187-96. 1974
- 16) Boyd CR, Tolson MA, Copes WS. Evaluating trauma care: the TRISS method. J Trauma; 27: 370–378. 1987
- 17) Theurer WM, Bhavsar AK, Prevention of unintentional childhood injury; Am Fam Physician. (4) 1;87(7): 502-9. 2013
- 18) Bulut M., Koksall O., Korkomaz A., Childhood falls: Characteristics, outcome, and comparison of the Injury Severity Score and New Injury Severity Score, Emergency Medicine Journal 23 (7): 540-5. 2006
- 19) Orliaguet G. A., Blanot P. G., Jarreau M. M.,(i wsp.) Predictive factors of outcome in severely traumatized children; Anesth Analg. (9); 87(3): 537-4. 1998
- 20) Ducrocq SC, Meyer PG, Orliaguet GA,(i wsp.), Epidemiology and early predictive factors of mortality and outcome in children with traumatic severe brain injury: Experience of a French pediatric trauma center; Pediatric Critical Care Medicine; 7(5): 461-7. 2006
- 21) Agencja Oceny Technologii Medycznych i Taryfikacji Wydział Świadczeń Opieki Zdrowotnej; https://bipold.aotm.gov.p/assets/fileszlecenia_mz/2018/092/RPT/zal_4_Skale_reh_pediatriyczna_06_09_2019[dostęp 13.03.2021]
- 22) Anil M., Seritas S., Bicilioglu Y.(i wsp.), The Performance of the Pediatric Trauma Score in a Pediatric Emergency Department: A Prospective Study; J. Pediatr Emerg Intensive Care Med;4:1-7. 2017
- 23) Soni K. D., Mahindrakar S., Gupta A.,(i wsp.), Comparison of ISS, NISS, and RTS score as predictor of mortality in pediatric fall; Burns & Trauma, Volume 5, 2017
- 24) Yousefzadeh-Chabok S., Kazemnejad-Leili E., Kouchakinejad-Eramsadati L.,(i wsp.), Comparing Pediatric Trauma, Glasgow Coma Scale and Injury

- Severity scores for mortality prediction in traumatic children. *Ulus Trauma Acil Cerrahi Derg.* (7); 22(4): 328-32. 2016
- 25) El-Gamasy M.A., Elezz A.A., Basuni A.S., (i wsp.), Pediatric trauma BIG score: Predicting mortality in polytraumatized pediatric patients. *Indian J Crit Care Med*, 20(11);640-646. 2016
 - 26) Sochocka L., Wojtyłko A., Halski T., Problemy pediatrii w ujęciu interdyscyplinarnym, Państwowa Medyczna Wyższa Szkoła Zawodowa w Opolu 2014
 - 27) Abrar Ahad W., Arif Hussain S., Muzaffar A.,(i wsp.), Pediatric Head Injury: A Study of 403 Cases in a Tertiary Care Hospital in a Developing Country; *J Pediatr Neurosci*; 12(4): 332-337.2017
 - 28) Govind S.K., Merritt N.H.; A 15 year cohort review of in-hospital pediatric trauma center mortality: A catalyst for injury prevention programming; *Am J Surg*, (9); 216 (3): 567-572.2018
 - 29) Tibbs R. E. Jr, Haines D. E., Parent A. D.; The child as a projectile; *Anat Rec* (12); 253(6): 167-75. 1998
 - 30) McGrath A., Taylor R. S., Pediatric Skull Fractures;Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; (1). 2020 Aug 10. 2021
 - 31) Osmond M..H., Brennan-Barne M., Shephard A..L., A 4-year review of severe pediatric trauma in eastern Ontario: a descriptive analysis; *J Trauma.* (1); 52(1): 8-12. 2002
 - 32) Sochocka L., Wojtyłko A., Halski T., Problemy pediatrii w ujęciu interdyscyplinarnym, Urazy u dziecka w kolejnych etapach rozwoju, rozdział: Stempniewicz K., Mechaniczne urazy okołoporodowe u noworodków, Opole 2014
 - 33) Osmalek K., Furmanik F., Kopański Z.,(i wsp.), Urazy czaszkowo-mózgowe u dzieci–epidemiologia i obraz kliniczny; *Journal of Clinical Healthcare* 1/2018
 - 34) Ciszak B., Zygańska E., Skadorwa T.,(i wsp), Urazy głowy u dzieci; *Polski Przegląd Otorynolaryngologiczny*; (9-12): 280-289.2012

- 35) Lewartowska-Nyga D., Skotnicka-Klonowicz G., Lekki uraz głowy u dzieci – błaża sprawa czy duży problem diagnostyczno-terapeutyczny, rola infrascannera w procesie diagnostycznym; Medycyna Wieku Rozwojowego IMiD, Wydawnictwo Aluna Nr 2 (4-6), tom 20, 2016
- 36) Kochanek P. M., Carney N., Adelson P. D. (i wsp), Guidelines for the acute medical management of severe traumatic brain injury in infants, children, and adolescents – second edition; *Pediatr Crit Care Med* .(1);13 Suppl 1: S1-82. 2012
- 37) Maj A., Licznar E., Rozensztrauch A., Uraz czaszkowo-mózgowy u dziecka; *Współczesne Pielęgniarstwo i Ochrona Zdrowia* (1) 14-16. 2018
- 38) Skotnicka-Klonowicz G., Godziński J., Hermanowicz A. (i wsp), Postępowanie w lekkich i średniociężkich urazach głowy u dzieci – wytyczne Polskiego Towarzystwa Chirurgów Dziecięcych; XV Jubileuszowy Zjazd Polskiego Towarzystwa Chirurgów Dziecięcych Standardy Medyczne/Problemy Chirurgii Dziecięcej, T.4, 42-50. 2014
- 39) Bressan S., Romanato S., Mion T., (i wsp.), Implementation of adapted PECARN decision rule for children with minor head injury in the pediatric emergency department; *Acad Emerg Med* (7);19(7):801-7.2012
- 40) <https://www.pecarn.org/currentResearch/index.html> [dostęp 10.04.2021]
- 41) Lyttle M. D., Cheek J. A., Blackburn C. (i wsp), Applicability of the CATCH, CHALICE and PECARN paediatric head injury clinical decision rules: pilot data from a single Australian centre; *Emerg Med J.*(10);30(10):790-4. 2013
- 42) Babl F. E., Lyttle M. D., Bressan S. (i wsp), A prospective observational study to assess the diagnostic accuracy of clinical decision rules for children presenting to emergency departments after head injuries (protocol): the Australasian Paediatric Head Injury Rules Study (APHIRST) *BMC Pediatrics* volume 14, Article number:148 (2014); Published: 13 (6) 2014
- 43) Masaeli A., Chahardoli M., Azizi S., (i wsp), Point of Care Ultrasound in Detection of Brain Hemorrhage and Skull Fracture Following Pediatric Head Trauma; a Diagnostic Accuracy Study; *Arch Acad Emerg Med.*; 7(1): 53. 2019

- 44) Rabiner J. E., Friedman L. M., Khine H. (i wsp.), Accuracy of point-of-care ultrasound for diagnosis of skull fractures in children; *Pediatrics*. (6); 131(6): e1757-64. 2013
- 45) Parri N., Crosby B. J., Glass C. (i wsp), Ability of emergency ultrasonography to detect pediatric skull fractures: a prospective, observational study; *J Emerg Med* (6);44(1):135-41. 2013
- 46) Powell E. C., Atabaki S. M., Wootton-Gorges S. (i wsp.), Isolated linear skull fractures in children with blunt head trauma. *Pediatrics*. (4);135(4): e851-7.2015
- 47) Harjai M. M., Sharma A. K.; Head injuries in children: role of x-ray skull, CT scan brain and in-hospital observation; *Med J Armed Forces India*.1998 (10); 54(4): 322–.324. Published online: 26.6.2017
- 48) Easter J. S., Bakes K., Dhaliwal J. (i wsp.), Comparison of PECARN, CATCH, and CHALICE rules for children with minor head injury: a prospective cohort study. *Ann Emerg Med*.(10);64(2):145-52, 152.e1-5. 2014
- 49) Poussaint T. Y., Moeller K. K., Imaging of pediatric head trauma. *Neuroimaging Clinics of North America*, 12(2), 271–294.
- 50) Trittmacher S., Hügens-Penzel M., Traupe H., Craniocerebral trauma in childhood; *Radiologe*. Jun;35(6): 378-84.1995
- 51) Fung Kon Jin P. H., Goslings J. C., Ponsen K. J.,(i wsp.) Assessment of a new trauma workflow concept implementing a sliding CT scanner in the trauma room: the effect on workup times. *J Trauma*; 64(5): 1320-6. 2008
- 52) Wurmb T.E., Frühwald P., Hopfner W.,(i wsp.), Whole-body multislice computed tomography as the first line diagnostic tool in patients with multiple injuries: the focus on time. *J Trauma*;66(3):658-65. 2009
- 53) Loupatatzis C., Schinder S., Gralla J.,(i wsp.), Whole-body computed tomography for multiple traumas using a triphasic injection protocol; *Eur Radiol*;18(6):1206-14. 2008
- 54) Zimmerman R. A., Bilaniuk L. T., Pediatric head trauma. *Neuroimaging Clin N Am*. (5);4(2): 349-66. 1994

- 55) Jennings R. M., Burtner J. J., Pellicer J. F. (i wsp.), Reducing Head CT Use for Children With Head Injuries in a Community Emergency Department; *Pediatrics*, 139 (4) e20161349.2017
- 56) Schutzman S. A., Greenes D. S., Pediatric minor head trauma. *Ann Emerg Med.*;37(1): 65-74. 2001
- 57) Kochanek P. M., Tasker R. C., Bell M. J. (i wsp.) Management of Pediatric Severe Traumatic Brain Injury: 2019 Consensus and Guidelines-Based Algorithm for First and Second Tier Therapies; *Pediatric Critical Care Medicine* Published (3) 1, Pages 269-279. 2019
- 58) Andrade F. P., Montoro Neto R., Oliveira R., (i wsp.) Pediatric minor head trauma: do cranial CT scans change the therapeutic approach; *Print version ISSN 1807-5932 On-line version ISSN 1980-5322; vol.71 no.10 (10) 2016*
- 59) Mahesh M., Advances in CT technology and application to pediatric imaging. *Pediatric Radiology*, 41(S2), 493–497.2011
- 60) Brenner D. J., Hall E. J., Computed Tomography An Increasing Source of Radiation Exposure. *New England Journal of Medicine*, 357(22), 2277–2284.2007
- 61) Sorantin E., Weissensteiner S., Hasenburger G. (i wsp.), CT in children-dose protection and general considerations when planning a CT in a child.*Eur J Radiol*;82(7):1043-9.
- 62) Nieuvelstein RA, van Dam IM, van der Molen AJ. Multidetector CT in children: current concepts and dose reduction strategies. *Pediatr Radiol*.40(8):1324-44. 2010
- 63) Frush D. P., CT dose and risk estimates in children. *Pediatric Radiology*, 41(S2), 483–487.2011
- 64) Newman B., Callahan M. J., ALARA (as low as reasonably achievable) CT executive summary. *Pediatric Radiology*, 41(S2), 453–455. 2011
- 65) Slovis T. L., Where we were, what has changed, what needs doing: a decade of progress. *Pediatr Radiol*. (9);41 Suppl 2:456-60. 2011

- 66) Frush D. P., Justification and optimization of CT in children: how are we performing? *Pediatric Radiology*, 41(S2), 467–471.2011
- 67) Hardman S., Rominiyi O., King D. (i wsp.), Is cranial computed tomography unnecessary in children with a head injury and isolated vomiting? *BMJ*, 11875.2019
- 68) Pearce M. S., Salotti J. A., Little M. P. (i wsp.), Radiation exposure from CT scans in childhood and subsequent risk of leukaemia and brain tumours: a retrospective cohort study. *Lancet*. (8) 4;380(9840): 499-505. 2012
- 69) Dewan M. C., Mummareddy N., Wellons, J. C. (i wsp.), Epidemiology of Global Pediatric Traumatic Brain Injury: Qualitative Review. *World Neurosurgery*, 91, 497–509.e1.2016
- 70) Hamilton N. A., Keller M. S., Mild traumatic brain injury in children. *Seminars in Pediatric Surgery*, 19(4), 271–278.2010
- 71) Kulesza B., Litak J., Grochowski C. (i wsp.), Urazowe uszkodzenie mózgu (Traumatic brain injury). *Journal of Education, Health and Sport*;6(12):215-221.eISSN 2391-8306. 2016
- 72) Szwed-Biały B., Rola neurologa dziecięcego w diagnostyce urazów czaszkowo-mózgowych; *Neurol Dziec*;20, 39: 71-76.2011
- 73) Krawczyk P., Urazy dzieci w wieku przedszkolnym i analiza poczucia zagrożenia u opiekunów; *Repozytorium Instytucjonalnym Krakowskiej Akademii im. Andrzeja Frycza Modrzewskiego* [dostęp 17.04.2021].
- 74) Kord Z., Alimohammadi N., Jafari Mianaei S. (i wsp.), Clinical Guideline for Nursing Care of Children with Head Trauma (HT): Study Protocol for a Sequential Exploratory Mixed-Method Study. *Pediatric Health Med Ther*. (8)11;11:269-275. 2020
- 75) Singh, N., Singhal, A. Challenges in minor TBI and indications for head CT in pediatric TBI – an update. *Child's Nervous System*, 33(10), 1677–1681.2017
- 76) Hux K., Dymacek R., Childers C., Possible brain injury events and symptoms in elementary school children. *Brain Injury*, 27(12), 1348–1355.2013

- 77) Bruce D. A., Alavi A., Bilaniuk L. (i wsp.), Diffuse cerebral swelling following head injuries in children: the syndrome of “malignant brain edema.” *Journal of Neurosurgery*, 54(2), 170–178.1981
- 78) Hamilton M., Mrazik M., Johnson D. W., Incidence of Delayed Intracranial Hemorrhage in Children After Uncomplicated Minor Head Injuries. *Pediatrics* 126(1), e33–e39.2010
- 79) Liu J., Li L., Parent-reported mild head injury history and behavioural performance in children at 6 years. *Brain Injury*, 27(11), 1263–1270. 2013
- 80) Tolonen J., Kiviluoto O., Santavirta S.,(i wsp.), The effects of vehicle mass, speed and safety belt wearing on the causes of death in road traffic accidents. *Ann Chir Gynaecol.* 73(1):14-20.1984
- 81) Arbogast K. B., Wozniak S., Locey C. M.,(i wsp.), Head impact contact points for restrained child occupants. *Traffic Inj Prev*;13(2): 172-81. 2012
- 82) Davies K.L., Buckled-up children: understanding the mechanism, injuries, management, and prevention of seat belt related injuries. *J Trauma Nurs.*;11(1):16-24. 2004
- 83) <https://www.thinkfirst.org/> [dostęp 19.04.2021]
- 84) Clifton G. L., McCormick W. F., Grossman R. G., Neuropathology of early and late deaths after head injury. *Neurosurgery.*;8(3):309-14. 1981
- 85) Podstawy prawne sekcji sądowo lekarskiej zawarte są w Ustawie z dnia 6 czerwca 1997 r. Kodeks postępowania karnego (Dz. U. z 1997 r., nr 89, poz. 555 z późn. zm.). Art. 209 Kodeksu [dostęp 19.04.2021].
- 86) Kwestie prawne dotyczące sekcji sanitarno-administracyjnej reguluje Ustawa z dnia 5 grudnia 2008 r. o zapobieganiu oraz zwalczaniu zakażeń i chorób zakaźnych u ludzi (Dz. U. z 2008 r., nr 234, poz. 1570 z późn. zm.). Art. 33 [dostęp 19.04.2021].
- 87) Podstawa prawna sekcji anatomo-patologicznych dotyczy art. 24 Ustawy z dnia 30 sierpnia 1991 r. o zakładach opieki zdrowotnej (Dz. U. z 2007 r., nr 14, poz. 89 j.t. z późn. zm.) [dostęp 10.04.2021].

- 88) Dz. U. 2005 Nr 169 poz. 1411 Ustawy z dnia 1 lipca 2005 r. o pobieraniu, przechowywaniu i przeszczepianiu komórek, tkanek i narządów, Rozdział 2, Art 4-6. [dostęp 19.04.2021].
- 89) Żaba Cz., Wybrane zagadnienia z medycyny sądowej, Wydanie I; rok wydania 2014.
- 90) Yao S., Song J., Li S. (i wsp.), Helsinki Computed Tomography Scoring System Can Independently Predict Long-Term Outcome in Traumatic Brain Injury. *World Neurosurgery*, 101, 528–533.2017
- 91) Wieder-Huszla S, Hryniewicz A, Tuszyńska-Stasiak J. (i wsp.), Częstość występowania urazów wieku dziecięcego (Childhood injuries frequency of occurrence); *Family Medicine & Primary Care Review* 18, 1: 58–62. 2016
- 92) Madaan P., Agrawal D., Gupta D. (i wsp.), Clinicoepidemiologic Profile of Pediatric Traumatic Brain Injury: Experience of a Tertiary Care Hospital From Northern India. *J Child Neurol.* (12);35(14):970-974. 2020
- 93) Chaitanya K., Addanki A., Karambelkar R. (i wsp.), Traumatic brain injury in Indian children. *Childs Nerv Syst*;34(6):1119-1123. 2018
- 94) Szarpak Ł., Analiza urazów czaszkowo-mózgowych u dzieci w praktyce szpitalnego oddziału ratunkowego *Anestezjologia i Ratownictwo*; (6): 396-401. 2012
- 95) Parslow R. C., Morris K. P., Tasker R. C., Epidemiology of traumatic brain injury in children receiving intensive care in the UK; *Archives of Disease in Childhood*; 90:1182-1187.2005
- 96) Baldo V., Marcolongo A., Floreani A., Epidemiological aspect of traumatic brain injury in Northeast Italy, *Eur J Epidemiol* 18, 1059–1063 2003
- 97) Wurmb T. E., Frühwald P., Hopfner W.(i wsp.), Whole-body multislice computed tomography as the first line diagnostic tool in patients with multiple injuries: the focus on time. *J Trauma*;66(3):658-65. 2009
- 98) Frush, D. P. Pediatric CT: practical approach to diminish the radiation dose. *Pediatric Radiology*, 32(10), 714–717. 2002

- 99) Evans L. Risk of fatality from physical trauma versus sex and age. *J Trauma*;28(3):368-78. 1988
- 100) Høye A., How would increasing seat belt use affect the number of killed or seriously injured light vehicle occupants? *Accid Anal Prev.* (3);88:175-86. 2016
- 101) Bouaoun L., Haddak M. M., Amoros E., Road crash fatality rates in France: a comparison of road user types, taking account of travel practices. *Accid Anal Prev.* (2);75:217-25. 2015
- 102) Beuran M., Negoï I., Paun S.,(i wsp.) Mechanism of injury-trauma kinetics. What happend? How?, *Chirurgia (Bucur)*;107(1):7-14.2012
- 103) Eom K. S., The Time-Related Trends in the Presenting of Traumatic Head Injury in a Single Institution. *Korean J Neurotrauma.* (2) 12;16(1):28-37. 2020
- 104) Kołpa M., Grochowska A., Jurkiewicz B.,(i wsp.), Najczęstsze powikłania po urazach czaszkowo-mózgowych u dzieci hospitalizowanych na oddziale chirurgii dziecięcej; *The Journal of Neurological and Neurosurgical Nursing*, (3)2017
- 105) Søreide K., Krüger A. J., Ellingsen C. L. (i wsp.), Pediatric trauma deaths are predominated by severe head injuries during spring and summer. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* (1)22;17:3. 2009
- 106) Trefan L., Houston R., Pearson G., Epidemiology of children with head injury: a national overview. *Arch Dis Child*;101(6):527-532. 2016
- 107) Lalwani S., Hasan F., Khurana S.,(i wsp.), Epidemiological trends of fatal pediatric trauma: A single-center study.*Medicine*; 97(39): e12280. Baltimore. 2018
- 108) Brown A.W., Elovic E.P., Kothari S. (i wsp.), Congenital and Acquired Brain Injury. 1. Epidemiology, Pathophysiology, Prognostication, Innovative Treatments, and Prevention. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 89(3), S3–S8.2008
- 109) Mosenthal A.C., Lavery R.F., Addis M.,(i wsp.), Isolated traumatic brain injury: age is an independent predictor of mortality and early outcome. *J Trauma*;52(5):907-11. 2002

- 110) Raj R., Siironen J., Skrifvars M.B.,(i wsp.), Predicting outcome in traumatic brain injury: development of a novel computerized tomography classification system (Helsinki computerized tomography score). *Neurosurgery* (12);75(6):632-46; 646-7.2014
- 111) Kuratorium Oświaty w Kielcach: <https://kuratorium.kielce.pl/49811/konkurs-z-okazji-swiatowego-tygodnia-bezpieczenstwa-ruchu-drogowego/> [dostęp 7.05.2021]
- 112) Jacobsen C., Bech B.H., Lynnerup N., A comparative study of cranial, blunt trauma fractures as seen at medicolegal autopsy and by Computed Tomography; *BMC Med Imaging* 9, 18.2009
- 113) Prakash Saini O., Madhav Gupta V., Saini P.K. (i wsp.), A comparative study of findings of CT scan and post mortem examination of head injury cases in Bikaner region; *International Journal of Applied Research* ;4(5):01-03.2018
- 114) Panzer S., Covaliov L., Augat P. (i wsp.), Traumatic brain injury: Comparison between autopsy and ante-mortem CT. *Journal of Forensic and Legal Medicine*,52, 62–69.2017
- 115) Ashwal S., Holshouser B. A., Tong K. A., Use of advanced neuroimaging techniques in the evaluation of pediatric traumatic brain injury. *Dev Neurosci*;28(4-5):309-26. 2006
- 116) Kou Z., Wu Z., Tong K. A. (i wsp.), The role of advanced MR imaging findings as biomarkers of traumatic brain injury. *J Head Trauma Rehabil.*(7-8);25(4):267-82. 2010