



ODRĘBNOŚCI W PROWADZENIU PŁYNOTERAPII W OPARZENIACH U DZIECI W PRAKTYCE ZESPOŁÓW RATOWNICTWA MEDYCZNEGO ORAZ SZPITALNEGO ODDZIAŁU RATUNKOWEGO

Distinctivenesses in fluid therapy for burns in children
in the prehospital settings and Hospital Emergency
Department



Jakub Zachaj¹, Łukasz Jabłoński²

1. Zakład Ratownictwa Medycznego, Warszawski Uniwersytet Medyczny, Polska
2. Szpitalny Oddział Ratunkowy, Uniwersyteckie Centrum Kliniczne Dziecięcy Szpital Kliniczny im. Józefa Polikarpa Brudzińskiego, Polska

Streszczenie: Uraz termiczny jest jednym z najcięższych i najczęściej występujących urazów powodujących znaczną śmiertelność w populacji pacjentów pediatrycznych. Jednym z elementów współczesnej terapii oparzeń jest prowadzenie odpowiedniej płynoterapii. Doskonale znana lekarzom, ratownikom medycznym i pielęgniarce reguła Parkland, służąca oszacowaniu podaży płynów u pacjenta poszkodowanego w wyniku oparzenia, została zaprojektowana dla osób dorosłych i jej zastosowanie w populacji pediatrycznej może prowadzić do poważnych następstw w postaci nadmiernego przeciążenia płynami poszkodowanego (tzw. fluid creep). Niedoszacowanie objętości przetaczanych płynów prowadzi do rozwoju wstrząsu oraz niewydolności nerek. Dobrze zastosowana płynoterapia powinna być prowadzona w oparciu o powierzchnię oparzenia, wagę dziecka oraz czynniki warunkujące zwiększenie lub zmniejszenie podaży płynów według odpowiedniej formuły (współistniejące urazy, uraz inhalacyjny, etc.).

Abstract: Thermal trauma is one of the most severe and most frequent injuries, causing significant mortality in the pediatric population. One of the elements of modern burn therapy is proper fluid therapy. The Parkland rule, well-known to doctors, paramedics and nurses, used to estimate the supply of fluids in a patient injured as a result of a burn, was designed for adults and its use in the pediatric population may lead to serious consequences in the form of excessive fluid overload (the so-called fluid creep). Underestimating the volume of infused fluids leads to the development of shock and renal failure. Properly conducted fluid therapy should be carried out on the basis of the burn area, child's weight and factors determining the increase or reduction of fluid supply according to used formula (coexisting injuries, inhalation trauma, etc.).

Słowa kluczowe: obrzęk, oparzenia, populacja pediatryczna, płynoterapia, krystaloidy.

Keywords: edema, burns, paediatric population, fluid therapy, crystalloids.

DOI 10.53301/lw/152664

Praca wpłynęła do Redakcji: 10.07.2022

Zaakceptowano do druku: 08.08.2022

Autor do korespondencji:

Jakub Zachaj
Zakład Ratownictwa Medycznego, Warszawski
Uniwersytet Medyczny
ul. Litewska 14/16, 00-575 Warszawa
e-mail: jzachaj@wum.edu.pl

Wstęp

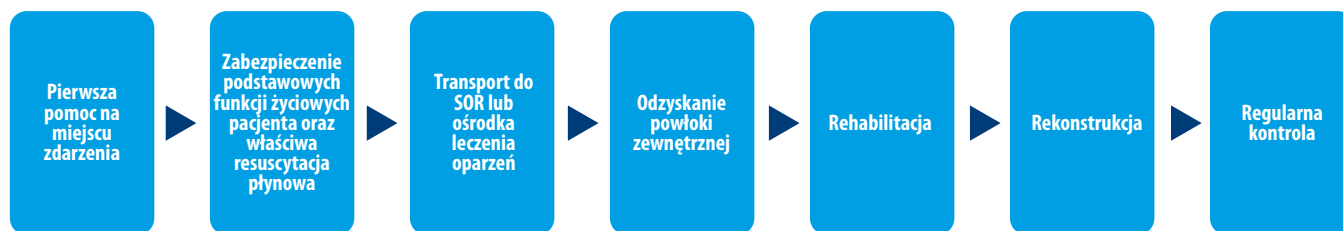
Właściwie poprowadzona płynoterapia jest kluczowa zarówno dla poprawy stanu, jak i dla przeżycia poszkodowanego, u którego wystąpiło oparzenie znacznej powierzchni ciała (powyżej 20%). Płynoterapia u poszkodowanych w wyniku oddziaływania wysokiej temperatury, substancji chemicznych, prądu elektrycznego, czy też promieniowania jest jednym z elementów nowoczesnych terapii poszkodowanych oparzonych i powinna zostać rozpoczęta jak najwcześniej od momentu wystąpienia urazu. Płynoterapia pacjenta pediatrycznego poszkodowanego w wyniku urazu oparzeniowego powinna być oparta o właściwe formuły płynoterapii, aby nie doprowadzić do przeładowania pacjenta płynami (tzw. zjawisko *fluid creep*). Niewłaściwa płynoterapia prowadzić może

do pogłębienia urazu, skutkując chociażby rozszerzeniem strefy niedokrwienia w obrębie urazu oparzeniowego. Płynoterapia prowadzona u oparzonego pacjenta jest procesem dynamicznym i wymagającym ciągłej oceny wdrożonego postępowania.

Ogólnoustrojowa odpowiedź organizmu na uraz oparzeniowy

Oparzenie definiowane jest jako uszkodzenie skóry i tkanek leżących pod jej powierzchnią, a spowodowanych oddziaływaniem wysokiej temperatury, środków chemicznych, prądu elektrycznego lub promieniowania. Stopień uszkodzenia skóry w wyniku urazu cieplnego zależy od czasu oddziaływania oraz temperatury czynnika, który powoduje tenże uraz. Odpowiedź fizjologiczna organi-

Rycina 1. Schemat opieki nad pacjentem po ciężkim oparzeniu.



Źródło: opracowanie własne.

zmu, który uległ urazowi oparzeniowemu, zależy od powierzchni oparzenia (*Total Burn Surface Area* – TBSA), jego głębokości, obecności oparzeń wewnętrznych, współistnienia oparzenia inhalacyjnego i/lub wdychania toksycznych oparów oraz czasu, w jakim zostanie wdrożona terapia, zwłaszcza w zakresie płynoterapii i zapobieganiu zakażeniom. Uraz termiczny powoduje zarówno uraz psychiczny, jak i fizyczny [1, 2].

Odpowiedź ogólnoustrojowa organizmu dziecka na uraz oparzeniowy obejmuje zmiany w układzie krążenia, układzie oddechowym, zmiany metaboliczne oraz immunologiczne. Zmiany w układzie krążenia wywołane są przez wzrost przepuszczalności naczyń włosowatych, w następstwie czego dochodzi do utraty białek wewnątrznaczyniowych i przemieszczenia płynu do obszaru pozanaczyniowego zarówno do tkanek objętych urazem, jak i zdrowych. Do przecieku naczyniowego dochodzi w tkankach miękkich, takich jak skóra, mięśnie oraz jelita. Patofizjologia tego zjawiska jest wynikiem masywnego wydzielania mediatorów zapalnych, tj. histaminy, bradykininy, serotoniny, tromboksanów, prostacyklin, prostaglandyn i leukotrienów. Wtórnie dochodzi do uwolnienia katecholamin, aldosteronu, wazopresyny oraz reniny w następstwie niedotlenienia nerek. Klinicznie manifestuje się ten stan wyczerpaniem objętości wewnątrznaczyniowej, obrzękiem tkanek miękkich oraz dalszą kaskadą katecholamin i cytokinin. Wraz ze zwiększeniem się przepuszczalności naczyń spada odpowiedź osmotyczna osocza, która zależna jest od ucieczki białek do przestrzeni śródmiąższowej (bezpośrednio i proporcjonalnie). Masywna ucieczka płynów do przestrzeni śródmiąższowej jest najsilniej wyrażona w drugiej godzinie od wystąpienia urazu. Wraz z ucieczką wewnątrznaczyniowego płynu osoczonego zmniejsza się także objętość łożyska naczyniowego, prowadząc do dekompensacji krążenia. Miejscowo obrzęki nasilają niedotlenienie w okolicznych tkankach, prowadząc do nasilenia i powiększenia obszaru martwicy [2, 3].

Wstępne postępowanie z dzieckiem poszkodowanym w wyniku urazu oparzeniowego

Postępowanie w oparzeniach opiera się na ocenie wydolności poszczególnych układów i wdrożenia interwencji krytycznych według schematu ABCDE:

- *Airway* – ocena i utrzymanie drożności dróg oddechowych,
- *Breathing and Ventilation* – ocena wydolności układu oddechowego,
- *Circulation and Cardiac Status* – ocena wydolności układu krążenia,

- *Disability, Neurological Deficit and Gross Deformity* – ocena stanu świadomości oraz skali urazów,
- *Exposure, Examine and Environmental Control* – badanie urazowe pacjenta oraz zapobieganie rozwojowi hipotermii.

Oceniając pacjenta pediatrycznego - według omawianego schematu - musimy pamiętać o pewnych odrębnościach anatomicznych takiego pacjenta, odrębnościach w przebiegu badania wstępnego i dalszego, a także o odrębnościach wynikających ze specyfiki urazu oparzeniowego [4, 5] (Ryc. 1.)

W przypadku oceny drożności dróg oddechowych i ich zabezpieczenia głównym problemem, z jakim może spotkać się personel medyczny, jest oparzenie wziewne i narastający obrzęk w drogach oddechowych, wymagający definitywnego zabezpieczenia. Drogi oddechowe dziecka cechują się mniejszą średnicą niż u osoby dorosłej, w związku z czym narastający nawet w niewielkim stopniu obrzęk w drogach oddechowych dziecka znacznie upośledza ich drożność (wraz z narastaniem obrzęku o 1 mm w drogach oddechowych dziecka opór u niemowlęcia wzrasta 16 razy) [6]. Wśród objawów wskazujących na narastanie obrzęku w drogach oddechowych dziecka należy wymienić: stridor, zwiększony wysięk oddechowy, tachypnoe, użycie dodatkowych mięśni oddechowych oraz zaciąganie mostka. Interwencją z wyboru w przypadku narastającego obrzęku dróg oddechowych u pacjenta pediatrycznego powinna być intubacja dotchawicza. Po potwierdzeniu prawidłowego wykonania procedury intubacji dotchawiczej zaleca się założenie sondy żołądkowej i odbarczenie żołądka u zaintubowanego dziecka. Dzieci w trakcie płaczu „połykają” znaczne ilości powietrza, co powoduje rozdęcie żołądka, upośledzając tym samym wentylację. Każde dziecko, u którego doszło do oparzenia wziewnego, powinno być transportowane do centrum leczenia oparzeń. Zabiegiem pozwalającym na zmniejszenie narastania obrzęku w drogach oddechowych dziecka jest uniesienie głowy pacjenta o 30 stopni, jeśli nie ma ku temu przeciwwskazań [7]. W trakcie oceny wydolności układu krążenia u pacjenta pediatrycznego należy jak najszybciej rozpocząć właściwą płynoterapię opartą o odpowiednią formułę płynoterapii dedykowaną pacjentowi pediatrycznemu oraz adekwatną ocenę powierzchni oparzonej (tj. drugi i trzeci stopień oparzenia powierzchni ciała dziecka obliczony według karty Lunda i Browdera lub w oparciu o regułę dłoni w przypadku oparzeń o mniejszej powierzchni) [8]. W przypadku, gdy określenie wagi dziecka oraz powierzchni TBSA jest niemożliwe, *American Burn Association* zaleca rozpoczęcie resuscytacji płynowej w oparciu o wiek poszkodowanego w następujących objętościach:

Rycina 2. Płynoterapia we wstępnej fazie postępowania w urazie oparzeniowym u pacjenta pediatrycznego.

Wstępna resuscytacja płynowa dziecka oparzonego wg. *American Burn Association*

poszkodowany w wieku 5 lat i młodszy: 125 ml RL/h,
 poszkodowany w wieku 6 – 13 lat: 250 ml RL/h,
 poszkodowany w wieku 14 lat i starsi: 500 ml RL/h.

Wstępna resuscytacja płynowa dziecka oparzonego wg. *Paediatric Trauma Life Support*

$0,25 \times \text{waga dziecka} \times \text{TBSA}$

Źródło: opracowanie własne na podstawie [7].

- poszkodowany w wieku 5 lat i młodszy: 125 ml Mleczanu Ringera (RL)/godzinę,
- poszkodowany w wieku 6-13 lat: 250 ml RL/godzinę,
- poszkodowany w wieku 14 lat i starsi: 500 ml RL/godzinę [8].

W przypadku urazu oparzeniowego *Paediatric Trauma Life Support* (PTLS) zaleca rozpoczęcie resuscytacji płynowej we wstępnej fazie postępowania obliczoną według następującego wzoru: $0,25 \times \text{waga dziecka (kg)} \times \text{TBSA}$ [9] (patrz Ryc. 2. Płynoterapia we wstępnej fazie postępowania w urazie oparzeniowym u pacjenta pediatrycznego).

W oszacowaniu wagi dziecka przydatne mogą się okazać wzory służące oszacowaniu wagi dziecka zaproponowane przez PALS, formuły Luscombe i Owensa, Resuscitation Council UK, czy też formuła Janus-Młodawskiej [10].

Niezależnie od wyboru metody wstępnej podaży płynów powinny być one podawane podgrzane przy zastosowaniu dostępnych ogrzewaczy płynów infuzyjnych lub też - w przypadku braku dedykowanych urządzeń do ogrzewania płynów infuzyjnych - możemy zastosować chociażby ogrzewacze do rąk. Płyn powinien być ogrzany do temperatury 40-42°C. Należy pamiętać o właściwej izolacji pojemnika, w którym płyn się znajduje oraz drenu

Tabela 1. Pediatryczne formuły służące oszacowaniu zapotrzebowania płynowego po urazie oparzeniowym.

Nazwa	Podaż krystaloidów	Podaż koloidów	Podaż glukozy	Sposób podaży
Reguła Cincinnati (dzieci mniejsze)	4 ml/kg/%TBSA + 1500 ml/m ² powierzchni ciała = objętość przetaczanego mleczanu Ringera	12,5g 25% albumin/l krystaloidów w ciągu ostatnich ośmiu godzin w pierwszych 24 godzinach płynoterapii	5% glukoza, jeśli zachodzi konieczność podaży	Połowa z wyliczonego zapotrzebowania płynowego powinna zostać przetoczona w ciągu pierwszych 8 godzin, druga połowa w ciągu kolejnych 16-stu godzin. Co 8 godzin należy zmieniać kompozycję przetaczanych płynów tj. w pierwszych 8 godzinach 50 mEq wodorowęglanu sodu, w ciągu kolejnych ośmiu godzin LR bez dodatków, następnie z dodatkiem albumin przez 8 godzin
Reguła Cincinnati (dzieci większe)	4 ml/kg/%TBSA + 1500 ml/m ² powierzchni ciała = objętość przetaczanego mleczanu Ringera	-	5% glukoza, jeśli zachodzi konieczność podaży	Połowa z wyliczonego zapotrzebowania płynowego powinna zostać przetoczona w ciągu pierwszych 8 godzin, druga połowa w ciągu kolejnych 16-stu godzin.
Reguła Eagle	30 ml/%TBSA + 10% wagi ciała (kg) + 4000 ml/m ² powierzchni ciała objętość przetaczanego 0.66 chlorku sodu	20g albumin/l	5% glukoza	Objętość płynów wyliczona za pomocą Reguły Eagla powinna być przetoczona w ciągu 48 godzin.
Reguła Galveston	5000 ml/m ² TBSA + 2000 ml/m ² powierzchni ciała = objętość przetaczanego mleczanu Ringera	12,5g 25% albumin/l krystaloidów	5% glukoza, jeśli zachodzi konieczność podaży	Połowa z wyliczonego zapotrzebowania płynowego powinna zostać przetoczona w ciągu pierwszych 8 godzin, druga połowa w ciągu kolejnych 16-stu godzin.

Źródło: opracowanie własne na podstawie [7].

[11]. W celu zabezpieczenia pacjenta przed utratą ciepła przedział karetki powinien zostać ogrzany do 28°C [12].

Prowadzenie resuscytacji płynowej powinno odbyć się przez dwa duże średnicy dostępy dożylnie. Próbę kaniulacji żyłki należy podjąć jak najwcześniej, ze względu na możliwość wystąpienia obrzęku. W przypadku trudności w uzyskaniu dostępu żylnego dopuszczalne jest założenie dostępu w miejsce objęte urazem oparzeniowym. Pomocnym narzędziem w wykonaniu kaniulacji może okazać się ultrasonografia. Wykonanie dostępu doszpikowego jest zalecane dopiero wówczas, gdy uzyskanie dostępu żylnego jest niemożliwe. Niewłaściwie wykonany dostęp doszpikowy u pacjenta oparzonego może przyczynić się do rozwoju zespołu ciasni powięziowych (*compartment syndrome*). Próbie usunięcia dostępu doszpikowego należy podjąć niezwłocznie po uzyskaniu dostępu żylnego.

Pacjent pediatryczny, u którego uraz oparzeniowy nastąpił w wyniku porażenia prądem elektrycznym powinien mieć wykonane badanie EKG przez Zespół Ratownictwa Medycznego (ZRM). Monitorowanie czynności układu krążenia powinno być kontynuowane przez następne 24 godziny od wystąpienia urazu ze względu na możliwość wystąpienia zaburzeń rytmu serca.

Hipoglikemia i hipoksja mogą powodować zaburzenia stanu świadomości u oparzonego dziecka. Bardzo ważne jest, aby właściwie rozpoznać przyczynę zaburzeń świadomości i odpowiednio ją leczyć. W ocenie stanu świadomości poszkodowanego dziecka musimy także wziąć pod uwagę możliwość zatrucia alkoholem lub substancjami odurzającymi.

W trakcie badania pacjenta poszkodowanego w wyniku urazu oparzeniowego należy dążyć do przerywania procesu palenia/oparzenia, zdjęcie ubrania, skarpet, pieluchy oraz dokładnego oszacowania powierzchni oparzenia. Wszystkie oparzenia muszą zostać zaopatrzone odpowiednim opatrunkiem.

W trakcie badania powtórnego należy zwrócić uwagę na takie elementy jak:

- historia związana z wystąpieniem urazu (okoliczności zdarzenia, rodzaj i czas oddziaływania czynnika wywołującego uraz termiczny, pomoc udzielona na miejscu zdarzenia, etc.),
- pełna historia choroby poszkodowanego,
- określenie wagi pacjenta pediatrycznego,
- dokładne określenie TBSA,
- obliczenie zapotrzebowania płynowego pacjenta i kontynuacja prowadzonej płynoterapii,
- szczegółowe badanie urazowe pacjenta,
- zabezpieczenie urazu termicznego za pomocą odpowiednich opatrunków,

- właściwa analgezja lub analgosedacja pacjenta,
- wsparcie psychiczne.

Zasady prowadzenia płynoterapii u oparzonego pacjenta pediatrycznego

Płynoterapię u oparzonego pacjenta pediatrycznego należy rozpocząć niezwłocznie, gdy uraz stanowi co najmniej 10% TBSA. Resuscytacja płynowa oparzonego pacjenta pediatrycznego, ze względu na odrębności fizjologiczne, nie powinna być prowadzona w oparciu o reguły stosowane u pacjentów dorosłych (np. reguła Parkland) [8]. Pacjenci pediatryczni charakteryzują się większym stosunkiem powierzchni do masy ciała, innym zapotrzebowaniem płynowym oraz mniejszym zapasem glikogenu. Różnice te skutkują większą podażą płynów w leczeniu oparzeń. Podaż płynów według reguł opracowanych dla pacjentów dorosłych może okazać się nieadekwatna dla pacjenta pediatrycznego. Ponadto reguły stosowane u oparzonych dzieci powinny uwzględniać 5-proc. glukozę w zależności od spadków glikemii (reguły dwuskładnikowe z uwzględnieniem podaży glukozy w razie potrzeby, tj. reguły Cincinnati i Galveston – są one dedykowane oddziałom intensywnej terapii/oddziałom intensywnej opieki medycznej OIT/OIOM).

Reguły służące oszacowaniu ilości przetaczanego płynu u pacjentów pediatrycznych mają na celu ustalenie ilości płynów, jaką należy przetoczyć w celu resuscytacji płynowej oparzonego dziecka (*estimated fluid resuscitation* – EFR) oraz pokrycie zapotrzebowania płynowego pacjenta pediatrycznego (*maintanace fluids* – MFs). Obecnie w literaturze zwraca się uwagę na bardziej zindywidualizowane podejście do pacjenta oparzonego, opierając płynoterapię na jego rzeczywistym zapotrzebowaniu na płyn (*goal-directed fluid therapy*). W tego typu terapii płynowej zapotrzebowanie na płyn wylicza się nie tylko w oparciu o podstawowe parametry życiowe pacjenta, ilość oddanego moczu (*urine output* – UOP), ale także o takie parametry jak: ciśnienie skurczowe krwi (*systolic blood pressure* – SBP) oraz rzutu serca (*cardiac output* – CA). Zasady prowadzenia celowanej resuscytacji płynowej są rozwijane przez wiele ośrodków leczenia oparzeń i możemy się spodziewać, że w przyszłości zastąpią one dotychczas stosowane reguły podaży płynów u pacjentów poszkodowanych na skutek urazu oparzeniowego [13]. Warto nadmienić, iż obecnie nie dysponujemy formułą podaży płynów u pacjenta oparzonego, która idealnie odzwierciedla jego zapotrzebowanie płynowe. Formuły stosowane zarówno u pacjentów pediatrycznych, jak i dorosłych służą jako narzędzie pomocnicze w określeniu zapotrzebowania płynowego pacjenta z urazem oparzeniowym.

Optymalna płynoterapia pacjenta oparzonego powinna odbyć się w kilku etapach, z czego część z nich wdrożo-

Tabela 2. Porównanie składu Mleczanu Ringera i Płynu Ringera.

Nazwa	mmol/1000 ml				Bufor g/1000 ml	pH	Osmolarność mOsmol/l
	Na+	Cl-	K+	Ca2+			
Mleczan Ringera	131	112	5,36	1,84	6,34	5,0-7,0	278,5
Płyn Ringera	147,2	155,7	4,0	2,25	-	5,0-7,0	309,0

Źródło: opracowanie własne

na zostanie na miejscu zdarzenia, a część kontynuowana w ośrodku docelowym.

Etapy płynoterapii:

1. dokładne oszacowanie TBSA,
2. wybór drogi podaży płynów,
3. rozpoczęcie płynoterapii w oparciu o wybraną regułę,
4. monitorowanie podaży płynów i jej dostosowanie do zapotrzebowania pacjenta na płyny,
5. ustalenie zamierzonych efektów prowadzenia płynoterapii u pacjenta oparzonego,
6. wdrożenie odpowiedniego leczenia farmakologicznego wzmacniającego efekt prowadzonej płynoterapii [8].

Ważnym elementem prowadzenia płynoterapii jest dobór odpowiedniego roztworu do infuzji. Większość stosowanych reguł płynoterapii u pacjentów oparzonych opartych jest na podaży krystaloidów lub koloidów. Nie ma jednak dowodów naukowych, jakoby stosowanie koloidów w sposób znaczący wpływało na poprawę stanu pacjentów poszkodowanych w wyniku urazu oparzeniowego [14]. Większość z reguł szacujących zapotrzebowanie podaży płynowej, bazuje na infuzji mleczanu Ringera (płyn Ringera z mleczanami, LR). Warto zwrócić uwagę, że na przedszpitalnym etapie postępowania nie zawsze jest możliwość osiągnięcia prawidłowej płynoterapii z powodów prawnych. W Polsce ratownicy medyczni i pielęgniarki systemu mogą podać jedynie Roztwór Ringera, a nie Mleczan Ringera, które częściowo różnią się składem, co pokazano w Tabeli 2.

Inne podejście do płynoterapii oparzonego dziecka prezentują wytyczne *British Burn Association* (BBA) – zalecają rozpoczęcie płynoterapii w momencie, gdy poszkodowany ma więcej niż 20% TBSA. BBA w postępowaniu przedszpitalnym zaleca także zastosowanie dostępnego płynu do infuzji o możliwie największym stężeniu sodu – 0,9% NaCl [15].

Jak wspomniano wyżej, płynoterapię należy rozpocząć jak najwcześniej na miejscu zdarzenia, szacując ilość przetaczanych płynów na podstawie masy ciała pacjenta, a jeśli nie jest to możliwe – na podstawie wieku poszkodowanego.

W trakcie przeprowadzenia badania dalszego, gdy personelowi medycznemu uda się określić TBSA oraz wagę dziecka, należy oszacować zapotrzebowanie na płyny oparzonego pacjenta pediatrycznego, którego należy dokończyć na podstawie następującej formuły:

$$3 \text{ ml} \times \text{m.c. w kg} \times \% \text{TBSA}$$

Podobnie jak w przypadku innych formuł, służących uzupełnieniu zapotrzebowania na płyny u pacjenta, obliczoną ilość płynów dzielimy na pół, z czego pierwszą połowę należy przetoczyć w ciągu pierwszych 8 godzin, a pozostałą w pozostałe 16 [8].

Gdy mamy do czynienia z dzieckiem oparzone w wyniku oddziaływania prądu elektrycznego, należy skorzystać z następującej formuły:

$$4 \text{ ml} \times \text{m.c. w kg} \times \% \text{TBSA}$$

Również i w tym przypadku oszacowaną ilość płynów należy podzielić na dwie części i przetoczyć odpowiednio w 8 i 16 godzin. W kalkulacji ilości przetoczonych płynów należy zwrócić uwagę, że „zegar przetoczeniowy” rusza w momencie wystąpienia urazu, a nie w momencie dotarcia pomocy do poszkodowanego lub zgłoszenia się pacjenta do szpitalnego oddziału ratunkowego. Samo przetoczenie płynów według *American Burn Association* może zostać odroczone, jeśli czas dojazdu pacjenta do szpitala jest krótszy niż 60 minut, gdy u pacjenta występuje jedynie oparzenie bez współistniejących obrażeń. Wspomniane reguły przetaczania płynów służą oszacowaniu płynoterapii początkowej u pacjenta oparzonego. Podaż płynów powinna być dostosowana do odpowiedzi pacjenta na zastosowaną płynoterapię w oparciu o ilość wydalanego moczu [8].

Prowadzenie płynoterapii w sposób nieodpowiedni może mieć poważne następstwa już na etapie działań ratowniczych na miejscu zdarzenia. W przypadku prowadzenia płynoterapii u poszkodowanych, u których oprócz oparzeń skóry w różnych okolicach ciała wystąpiły również oparzenia wziewne, obrzęki w drogach oddechowych będą narastały szybciej, powodując potrzebę szybszego zabezpieczenia dróg oddechowych przy pomocy intubacji dotchawiczej. Intubacja dotchawicza wykonana bez wskazań może mieć poważne następstwa, w tym powodując narastanie obrzęku w drogach oddechowych poszkodowanego. Zabiegiem pomagającym spowolnić narastanie obrzęku wewnątrz dróg oddechowych jest uniesienie głowy o 30 stopni względem reszty ciała poszkodowanego. Poszkodowany z współistniejącym oparzeniem inhalacyjnym wymaga odpowiedniego i dokładnego monitorowania funkcji życiowych. Płynoterapia prowadzona zbyt małą, bądź zbyt dużą objętością przetaczanych płynów może prowadzić do pogorszenia stanu pacjenta, prowadząc chociażby do obrzęku płuc. Zwrócić uwagę należy, że kombinacje oparzeń skóry oraz oparzeń wziewnych mogą wymagać zwiększenia ilości przetaczanych płynów, których objętość oszacowano na podstawie formuł opartych o TBSA.

Odmiennego podejścia do płynoterapii w oparzeniach wymagają dzieci, u których oparzenie nastąpiło w wyniku oddziaływania prądu elektrycznego, a jego następstwem jest mioglobinuria (objawem charakterystycznym dla tego stanu będzie obecność ciemnego, podbarwionego na czerwono moczu). W przypadku oparzeń spowodowanych prądem elektrycznym należy prowadzić płynoterapię, miareczkując objętości godzinowe przetaczanego płynu, bazując na ilości oddawanego moczu (dzieci ważące do 30 kg: 1 ml/kg mc/godzinę oraz dzieci ważące powyżej 30 kg, do 17. roku życia: 0,5 ml/kg mc/godzinę, ilość moczu oddawana na godzinę powinna być wyliczana w oparciu o idealną masę ciała poszkodowanego) oraz ocenie stanu świadomości poszkodowanego. W przypadku osiągnięcia norm w zakresie oddawanego moczu oraz poprawy w zakresie stanu świadomości ilość przetaczanego płynu powinna zostać ograniczona. W przypadku odwrotnym – ilość oddawanego moczu nie może być zwiększona za pomocą zastosowania leków diuretycznych. Jedynym sposobem na zwiększenie ilości oddawanego moczu jest zwiększenie ilości przetaczanego płynu. Obecność moczu o ciemnym zabarwieniu, podbarwionego na czerwono, mimo prawidłowo prowadzonej płynoterapii

terapii może wskazywać na pojawienie się zespołu cieśni powięziowych. W przypadku obecności moczu o ciemnym zabarwieniu UOP powinno się mieścić w przedziale 1-2 ml/kg mc/godzinę, tak długo jak ciemna barwa moczu się utrzyma. W tym też przypadku konieczna może się okazać podaż mannitolu.

Wyróżnia się także grupę pacjentów, u których możemy nie uzyskać odpowiedniej odpowiedzi na prowadzoną resuscytację płynową:

- pacjenci z współistniejącymi urazami,
- pacjenci oparzeni, u których resuscytacja płynowa została znacznie opóźniona,
- pacjenci z ciężkimi oparzeniami,
- pacjenci poszkodowani w wyniku eksplozji,
- pacjenci, którzy przed wystąpieniem oparzenia byli znacznie odwodnieni,
- pacjenci pod wpływem alkoholu,
- pacjenci obciążeni wywiadem chorobowym.

W tej grupie pacjentów w warunkach przedszpitalnych oraz szpitalnego oddziału ratunkowego ze względu na czas, jaki pacjent spędzi pod opieką personelu medycznego, nie zmienia się sposobu postępowania. Jednak przy przedłużonej ekstrakcji, odroczonym transporcie do centrum leczenia oparzeń należy powyższe czynniki wziąć pod uwagę, zwiększając podaż płynów i kontrolując jednocześnie ilość wydalanego przez pacjenta moczu.

Podsumowanie

- właściwa płynoterapia pacjentów poszkodowanych w wyniku urazu oparzeniowego jest ważnym elementem nowoczesnej terapii, która powinna się rozpocząć już na miejscu zdarzenia,
- zanim za pomocą odpowiednich formuł oszacujemy zapotrzebowanie na płyny pacjenta oparzonego, możemy skorzystać z rozwiązań proponowanych przez ABA, PHTLS oraz PTLT,
- w trakcie dalszego badania należy dokładnie określić TBSA oraz wagę dziecka i na tej podstawie, korzystając z odpowiedniej formuły, obliczyć zapotrzebowanie płynowe pacjenta poszkodowanego w wyniku urazu oparzeniowego,
- konieczna jest kontrola prowadzonej płynoterapii, gdyż może ona mieć niekorzystne skutki dla stanu zdrowia poszkodowanego,
- musimy pamiętać, że istnieje grupa pacjentów, u której możemy nie uzyskać adekwatnej odpowiedzi organizmu na prowadzoną resuscytację płynową.

Piśmiennictwo

1. Hettiaratchy S, Dziewulski P. ABC of burns. *BMJ*, 2004; 5-8, doi: 10.1136/bmj.328.7453.1427
2. Kumar V, Abbas AK, Aster JC. *Robbins Basic Pathology* (10th ed.). Elsevier - Health Sciences Division, 2017; 378
3. Youn YK, LaLonde C, Demling R. The role of mediators in the response to thermal injury. *World J. Surg*, 1992; 16 (1): 30-36, doi: 10.1007/BF02067111
4. Seid T, Ramaiah R, Grabinsky A. Pre-hospital care of pediatric patients with trauma. *Int J Crit Illn Inj Sci*, 2012; 2 (3): 114-120, doi.org/10.4103/2229-5151.100887

5. Janus-Młodawska A, Stachurski J, Rzepka R. Postępowanie przedszpitalne w oparzeniach termicznych u dzieci. *Na Ratunek*, 2/2019; 8-16
6. Di Cicco M, Kantar A, Masini B, Nuzzi G, et al. Structural and functional development in airways throughout childhood: Children are not small adults. *Pediatric Pulmonology*, 2021; 56: 240-251, <https://doi.org/10.1002/ppul.25169>
7. Manowska M, Bartkowska-Śniatkowska A, Zielińska M, et al. The consensus statement of the Paediatric Section of the Polish Society of Anaesthesiology and Intensive Therapy on general anaesthesia in children under 3 years of age. *Anaesthesiol Intensive Ther*, 2013; 45: 119-133, doi.org/10.5603/AIT.2013.0027
8. *Advanced Burn Life Support Course. Provider Manual 2018 Update*. American Burn Association, 2018; 59-68
9. Dietrich AM, Campbell J. *Pediatric Trauma Life Support for Emergency Care Providers*. 3rd Edition, 2009; 171-187
10. Stachurski J, Rudzki M, Janus-Młodawska A. Credibility of the caregivers as a source of information on the weight of a pediatric patient in emergencies. Estimating body weight using age-dependent formulas. *Pol. Ann. Med.* 2022; 29(2): 125-130, doi:10.29089/2021.21.00196
11. Danzl DF. Accidental hypothermia. In: Auerbach PS, Cushing TA, Harris NS, eds. *Auerbach's Wilderness Medicine*. 7th ed. Philadelphia, PA: Elsevier, 2017; 135-62
12. Dow J, Giesbrecht GG, Danzl et al. Wilderness Medical Society Clinical Practice Guidelines for the Out-of-Hospital Evaluation and Treatment of Accidental Hypothermia: 2019 Update. *Wilderness & environmental medicine*, 30 (4S), 2019; 47, <https://doi.org/10.1016/j.wem.2019.10.002>
13. Sánchez-Sánchez M, García-de-Lorenzo A, Asensio MJ. First resuscitation of critical burn patients: progresses and problems. *Med Intensiva*, 2016; 40 (2): 118-124, doi.org/10.1016/j.medin.2015.12.001
14. Romanowski KS, Palmieri TL. Pediatric burn resuscitation: past, present, and future. *Burns Trauma*, 2017; 5-26, doi.org/10.1186/s41038-017-0091-y
15. RCSEd Faculty of Pre-Hospital Care and BBA: Expert Consensus on Management of Burns in Pre-Hospital Trauma Care - February 20, <https://fphc.rcsed.ac.uk/media/2621/burns-consensus-2019.pdf>, 12-14, dostęp 30.07.2022, kopia w zbiorach autora