

UNIWERSYTET MEDYCZNY W WARSZAWIE

II WYDZIAŁ LEKARSKI  
ODDZIAŁ FIZJOTERAPII

*JUSTYNA CURYŁA*

**Wczesna fizjoterapia oddechowa u niemowląt po korekcjach wad  
wrodzonych serca**

Praca magisterska

Promotor: prof. dr hab. Maciej Aleksander Karolczak

II Katedra i Klinika  
Kardiochirurgii i  
Chirurgii Ogólnej Dzieci  
WUM

**WARSZAWA 2010**

**Podziękowania**  
dla **Prof. dr hab. n .med**  
**Macieja A. Karolczaka**  
za pomoc promotorską oraz cenne  
wskazówki merytoryczne,  
Dr n. med. **Krzysztofa Grabowskiego**  
oraz dr n. med. **Jacka Wieteski**  
za pomoc i udostępnienie  
materiałów do badań naukowych.

## Spis treści

### I

<b>1. Wstęp.....</b>	<b>5</b>
<b>2. Układ oddechowy u niemowląt noworodków i wcześniaków.....</b>	<b>6</b>
2.1. Śluzówka dróg oddechowych.....	6
2.2. Mechanizm oddychania.....	7
2.3. Podatność ścian dróg oddechowych.....	8
2.4. Czynnościowa pojemność zalegająca (FRC).....	8
2.5. Średnica przekroju dróg oddechowych.....	9
2.6. Drogi krążenia obocznego powietrza.....	9
2.7. Długość dróg oddechowych.....	10
<b>3. Wrodzone wady serca – podział.....</b>	<b>12</b>
3.1. Wady serca ze zwiększonym przepływem płucnym.....	14
3.1.1. Ubytek w przegrodzie międzykomorowej (VSD).....	14
3.1.2. Ubytek w przegrodzie międzyprzedsionkowej (ASD).....	15
3.1.3. Ubytek przegrody przedsionkowo-komorowej (AVSD).....	16
3.1.4. Odejście obu tętnic z prawej komory (DORV).....	17
3.2. Wady serca ze zmniejszonym przepływem płucnym.....	17
3.2.1. Tetralogia Fallota.....	17
<b>4. Patofizjologia układu oddechowego po operacji kardiochirurgicznej w krążeniu pozaustrojowym.....</b>	<b>19</b>
<b>5. Skutki uboczne przeprowadzenia operacji z użyciem krążenia pozaustrojowego.....</b>	<b>21</b>
5.1. Ucisk na główne drogi oddechowe.....	22
5.2. Dysfunkcja przepony.....	22
5.3. Wysiłek w jamie opłucnej.....	23
5.4. Nadciśnienie płucne.....	23
5.5. Niepowodzenie ekstubacji.....	23
<b>6. Metody fizjoterapeutyczne stosowane w rehabilitacji oddechowej niemowląt.....</b>	<b>26</b>
6.1. Inhalacje.....	29

6.2. Drenaż ułożeniowy.....	31
6.3. Opukiwanie klatki piersiowej.....	33
6.4. Drenaż wibracyjny .....	34
6.5. Prowokacja efektywnego kaszlu.....	35
6.6. Akceleracja oddechowa.....	35
6.7. Ćwiczenia oddechowe .....	37
6.8. Ćwiczenia wspomagane kończyn górnych i dolnych.....	38
6.9. Odsysanie.....	39

## **II**

<b>7. Hipoteza i pytania badawcze.....</b>	<b>40</b>
<b>8. Materiał i metody .....</b>	<b>41</b>
<b>9. Wyniki.....</b>	<b>42</b>
<b>10. Dyskusja i wnioski .....</b>	<b>48</b>

## **III**

<b>11. Zakończenie .....</b>	<b>51</b>
<b>12. Spis rycin.....</b>	<b>52</b>
<b>13. Spis skrótów.....</b>	<b>53</b>
<b>14. Spis tabel.....</b>	<b>54</b>
<b>15. Spis wykresów .....</b>	<b>55</b>
<b>16. Spis zdjęć.....</b>	<b>56</b>
<b>17. Piśmiennictwo .....</b>	<b>57</b>
<b>18. Załączniki .....</b>	<b>59</b>

# I

## 1 . Wstęp

Wraz z rozwojem wiedzy na temat wrodzonych wad serca, doskonaleniem technik operacyjnych oraz opieki na oddziałach intensywnej opieki medycznej, zmienił się charakter przeprowadzanych operacji. Coraz rzadziej stosuje się leczenie paliatywne, a pacjentami dziecięcych oddziałów kardiologicznych są w przeważającej mierze noworodki i niemowlęta. Współcześnie dominuje tendencja, aby operować dzieci możliwie jak najwcześniej, przed pojawianiem się niekorzystnych następstw wady serca.

Wraz z tą tendencją zmienia się charakterystyka dzieci przybywających na rehabilitację po korekcjach wad serca. Na oddziałach spotykane są coraz młodsze dzieci. Aby zapewnić im kompleksową pomoc, należy jak najlepiej poznać powikłania i skutki, na jakie narażone są ci szczególnie pacjenci. Fizjoterapeuta staje przed wyzwaniem rehabilitacji połączonej z usprawnianiem po operacji kardiologicznej, jak również działań mających na celu wspomaganie rozwoju psychoruchowego. Ostatnie badania donoszą, że ogromną rolę w procesie powrotu do zdrowia odgrywa postępowanie terapeutyczne rozpoczęte już w okresie przedoperacyjnym [11]. Dlatego istotne jest, aby jak najszerszej przyswoić informacje na temat najmłodszych pacjentów.

Celem pracy było zapoznanie się z najnowszymi informacjami dotyczącymi powikłań płucnych u niemowląt po operacjach naprawczych serca przeprowadzonych w krążeniu pozaustrojowym. Następnie na podstawie przeprowadzonych retrospektywnych badań na grupie niemowląt, po korekcjach wrodzonych wad serca w krążeniu pozaustrojowym, starano się odpowiedzieć na pytanie jakie są najczęstsze powikłania płucne u tych dzieci. W pracy tej na podstawie dostępnej literatury przedstawiono również metody fizjoterapeutyczne, jakimi dysponuje rehabilitant w trakcie procesu leczniczego.

## **2. Układ oddechowy u niemowląt, noworodków i wcześniaków**

Planując program rehabilitacji dla niemowlęcia, które przeszło wcześniej operację kardiochirurgiczną, trzeba pamiętać, że układ oddechowy takiego pacjenta różni się od układu oddechowego u dorosłego. Zmiany zachodzące podczas fizjoterapii dziecka, będą więc inne od tych, jakich należy się spodziewać u osoby dorosłej. Wynika to z faktu niedojrzałości rozwojowej tego narządu u najmłodszych pacjentów.

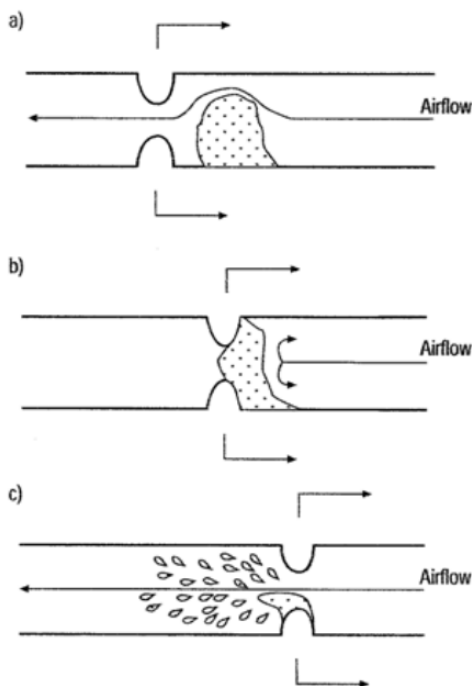
### **2. 1. Śluzówka dróg oddechowych**

Gruczoły podśluzówkowe zlokalizowane są w rejonie gdzie występuje chrząstka. Występują głównie w warstwie podśluzówkowej, pomiędzy chrząstką a warstwą nabłonka i odpowiedzialne są za produkcję większości śluzu w głównych drogach oddechowych. U zdrowego dorosłego człowieka powierzchnia gruczołów produkujących śluz zajmuje ok. 12% ściany, natomiast u dzieci jest to około 17%. Stan ten może sugerować, że u niemowląt będzie dochodziło do zwiększonego wydzielania śluzu i większych komplikacji z tym związanych. Lepkość śluzu jest determinowana przez mucynę, której zawartość w śluzie niemowlęcym jest różna od jej ilości w śluzie dorosłego. Śluz osoby dojrzałej zawiera sialomucynę oraz sulfomucynę. Sulfomucyna dominuje po narodzeniu, natomiast sialomucyna jest wydzielana w pierwszych 2 latach życia. Mucyna w wydzielinie z dróg oddechowych dziecka jest też bardziej kwaśna niż u dorosłego człowieka i chociaż istnienie tego faktu nie jest do końca jasne, to może mieć ogromny wpływ na lepkość wydzieliny [23].

Dodatkowo należy zauważyć, że błona śluzowa jest bogata w naczynia krwionośne i chłonne, które tworzą sieć. Przy wzmożonej pobudliwości w tym wieku, ulega ona łatwo przekrwieniu i obrzmieniu [1]. Niektórzy autorzy uważają, że u niemowląt gruczoły surowicze i śluzowe w tchawicy i drzewie oskrzelowym są bardzo słabo rozwinięte. Może skutkować to słabszym nawilżaniem i oczyszczaniem powietrza z drobnoustrojów i pyłu [1].

## 2. 2. Mechanizm oddychania

Ruch rzęsek oraz kaszel to dwa najważniejsze mechanizmy, dzięki którym drogi oddechowe są oczyszczane z wydzieliny. Wydalenie wydzieliny poprzez kaszel, zależy od ruchu „punktu stałego ucisku”, który przemieszcza się przeciwnie do przepływu powietrza w danym kanaliku. Mechanizm ten polega na powstawaniu punktu, w którym dochodzi do ucisku na ściany w drogach oddechowych i ich zwężenia. Wraz z trwaniem wzmożonego wydechu (podczas kaszlu) punkt ten stopniowo przemieszcza się z tchawicy do krańcowych pęcherzyków. W rezultacie nacisku na ściany powstaje „fala punktu ucisku”, która natrafiając na śluz zatrzymuje go. Śluz następnie jest ewakuowany zgodnie z kierunkiem przepływu powietrza do głównych dróg oddechowych. Dodatkowo zwężenie w drogach oddechowych nie tylko przyczynia się do wydalenia wydzieliny, ale także przyspiesza przepływ powietrza w tej okolicy. Prędkość przepływu powietrza zależna jest od pola przekroju światła oskrzela i spada znacznie w krańcowo umiejscowionych oskrzelikach. Konsekwencją jest zmniejszenie się wpływu wzmożonego wydechu na ewakuację wydzieliny z daleko położonych oskrzelików [19].



Ryc.1 Mobilizacja wydzieliny poprzez wzmożony wydech. A) Punkt ucisku przemieszcza się przeciwnie do ruchu powietrza omijając wydzielinę. B) Wydzielina śluzowa jest odkrztuszana w punkcie ucisku. C) Przemieszczające się powietrze usuwa wydzielinę przez poruszające się zwężenie [19].

### **2. 3. Większa podatność ścian dróg oddechowych**

Chrzątka znajdująca się w drogach oddechowych niemowląt, a szczególnie wcześniaków jest bardziej podatna na ucisk niż ta, występująca u starszych dzieci i dorosłych. Co więcej, masa mięśni gładkich krańcowych dróg oddechowych wzrasta w ciągu pierwszych 8 miesięcy życia, a masa mięśni gładkich głównych dróg oddechowych kontynuuje swój rozwój aż do osiągnięcia przez człowieka pełnej dojrzałości. Stąd dzieci i niemowlęta mają gorzej zabezpieczone drogi oddechowe przed uciskiem. Stan ten prowadzi do dynamicznego zapadania się dróg oddechowych w wyniku działania ujemnego ciśnienia występującego pomiędzy opłucną a drogami oddechowymi. Ta tendencja może być wzmożona poprzez stosowanie mocnego opukiwania, które może prowadzić do wzrostu ciśnienia w opłucnej [23].

### **2. 4. Niższa czynnościowa pojemność zalegająca (FRC)**

Czynnościowa pojemność zalegająca zależna jest od istnienia stanu równowagi pomiędzy siłami działającymi z zewnątrz na podatność ściany klatki piersiowej a siłami wewnętrznymi, które są związane z elastycznością tkanki płuc. Niemowlęta i dzieci mają dużą podatność ścian klatki piersiowej wynikającą z jej małej muskulatury i małej sztywności żeber.

W porównaniu z dorosłymi, płuca dzieci są bardziej elastyczne i posiadają mniejszą podatność na oddziaływanie. Dlatego też FRC jest w równowadze przy niższej objętości, relatywnie do całkowitej pojemności płuc, co skutkuje większą tendencją do zamknięcia dróg oddechowych [23].

Duże znaczenie w pracy płuc ma budowa klatki piersiowej. Należy też zaznaczyć, że żebra ustawione są horyzontalnie, a słabe mięśnie międzyżebrowe zmuszają dziecko do oddychania torem przeponowym. W pozycji leżenia na plecach, w czasie wdechu przepona natrafia na opór związany z masą narządów jamy brzusznej, co skraca i spłyca oddech. Dodatkowo, wpływ ma również duża w tym wieku wątroba, wypełniony żołądek, gazy w jelitach oraz słabe mięśnie przepony [1].

Dzieci urodzone przedwcześnie oraz noworodki szybciej się męczą podczas oddychania



co skutkuje później zwiększeniem ilości oddechów kosztem zmniejszenia ich głębokości [6].

## **2. 5. Mniejsza średnica przekroju dróg oddechowych**

Dzieci w porównaniu z dorosłymi mają nieproporcjonalnie większy opór dróg oddechowych, co jest w znacznym stopniu następstwem ich niewielkiego kalibru.

W stanach chorobowych z wystąpieniem odmy lub zaleganiem wydzieliny opory te zwiększając się prowadzą do zmniejszenia przepływu powietrza [23].

Noworodki mają wysoko uniesioną krtani, co umożliwia nagłośni uniesienie krtani wysoko ponad miękkie podniebienie, aby umożliwić swobodny przepływ powietrza z jamy nosowej do płuc. Dlatego noworodki są zmuszone do oddychania przez nos. Sprawia to, że mogą prawie jednocześnie oddychać i połykać aż do drugiego lub trzeciego miesiąca życia [6].

Nos odgrywa również bardzo dużą rolę w procesie ogrzewania wdychanego powietrza. Za funkcję tą jest odpowiedzialne ciało jamiste w błonie śluzowej. Jednak u małych dzieci jest ono słabo rozwinięte, co skutkuje słabym ogrzewaniem powietrza [1]. Dodatkowo, w porównaniu z klatką piersiową u dorosłych, nos stawia dodatkowy opór przepływu powietrza, a jego zatkanie powoduje zwiększenie pracy związanej z oddychaniem [23].

## **2. 6. Mniej dróg krążenia obocznego powietrza**

Drogi krążenia obocznego powietrza (śródpęcherzykowe pory Kohn'a i oskrzelowo-pęcherzykowe kanały Lambert'a) mogą przyczyniać się do napowietrzenia dystalnych pęcherzyków, do których dostęp powietrza jest niemożliwy wskutek zaczipowania ich przez wydzielinę. Jednakże ten rodzaj zabezpieczenia jest nierozwinięty u niemowląt i dzieci [23]. Stan ten wraz z ze zmniejszoną podatnością klatki piersiowej na rozciąganie może stać się czynnikiem wywołującym niedodmę [19].

## 2. 7. Stosunkowo krótkie drogi oddechowe

Odległość pomiędzy poszczególnymi odcinkami dróg oddechowych zmniejsza się tym bardziej, im młodsze jest dziecko. Dzięki temu bardzo szybko może się rozprzestrzeniać proces zapalny z jamy nosowo-gardłowej poprzez krtań aż do dolnych dróg oddechowych i płuc. Szczególnie podatne na infekcje są oskrzela i ich rozgałęzienia występujące w płucu prawym. Wynika to z faktu, że oskrzele prawe jest krótsze i szersze, przez co częściej dochodzi do zajęcia procesem chorobowym prawego płata płucnego [1].

Z krótszą budową dróg oddechowych wiąże się trudniejsze ogrzewanie wdychanego powietrza. Chłodne powietrze działa drażniąco na błonę śluzową, szczególnie u małych dzieci i dzieci z nadreaktywnością oskrzeli [1].

Należy także zaznaczyć, że w wyniku niedojrzałości ośrodkowego układu nerwowego, procesy pobudzania przeważają nad procesami hamowania. Dochodzi wówczas do stymulowania skurczu mięśniówki gładkiej, również tej występującej w ścianach dróg oddechowych [1].

Podsumowując odrębności w budowie układu oddechowego u dzieci, należy wskazać te, które mają wpływ na odpowiedź organizmu w sytuacji zaistnienia reakcji zapalnej:

- niedojrzałość ośrodkowego układu nerwowego – gorsza regulacja oddychania i łatwość zaburzeń,
- beczkowaty kształt klatki piersiowej i wiotkość ścian – zmniejszona wentylacja,
- wdechowe ustawienie żeber, zmniejszona pojemność i rozszerzalność płuc, zwiększone opory oddechowe – przeponowy tor oddychania, wzrost liczby oddechów i przyspieszenie akcji serca,
- mała powierzchnia wymiany gazowej na skutek małej liczby i wielkości pęcherzyków przy wzroście zapotrzebowania  $O_2$  – spadek rezerwy tlenowej.
- wąskie drogi oddechowe i zwiększona liczba gruczołów śluzowych – wzrost oporów przepływu powietrza – wzrost obturacji, rozdęcia i niedodmy.
- chwiejność gospodarki wodno-elektrolitowej – sprzyja powstawaniu kwasicy oddechowej [1].

	<b>Noworodek metabolizm/kg</b>	<b>Dorosły metabolizm/kg</b>
Zużycie tlenu (ml/min)	6	3
Produkcja CO <sub>2</sub> (ml/min)	6	3
Zapotrzebowanie kaloryczne	80-120	30-40
Zapotrzebowanie płynowe	120-150	30-40
Diureza	3-5	1
	<b>Noworodek</b>	<b>Dorosły</b>
Masa ciała (kg)	3,0	70
Powierzchnia ciała (m <sup>2</sup> )	0,19	1,8
Częstość oddechów	30-50	12-16
Objętość oddechowa (V <sub>i</sub> )	6-8 ml/kg	7 ml/kg
Przestrzeń martwa (V <sub>d</sub> )	2-2,5 ml/kg	2,2 ml/kg
Czynnościowa pojemność zalegająca (FRC)	27-30 ml/kg	30 ml/kg
Podatność płuc	5-6 ml/cm H <sub>2</sub> O	200 ml/cm H <sub>2</sub> O
Opór dróg oddechowych	25-30 cm/l/s	1,6 cm/l/s
Wentylacja pęcherzykowa w spoczynku	100-150 ml/kg/min	60 ml/kg/min
Powierzchnia płuc (m <sup>2</sup> )	0,21	1,90
Waga płuc (g)	50	800
Średnica tchawicy (mm)	8	18
Średnica oskrzeli (mm)	0,1	0,2
Średnica pęcherzyków (μm)	50-100	200-300
Powierzchnia pęcherzyków (m <sup>2</sup> )	4	80
Liczba pęcherzyków x10 <sup>6</sup>	24	296

Tabela 1. Parametry oddechowe u noworodka i człowieka dorosłego [9].

### **3. Wady wrodzone serca – podział**

Wady wrodzone serca należą do najczęściej spotykanych nieprawidłowości rozwojowych. Ich częstość występowania szacuje się na 6-8 na 1000 żywo urodzonych noworodków. Wady te powstają w bardzo wczesnym okresie ciąży, w czasie cyklu rozwoju serca i dużych naczyń, który trwa od 3 do 8-9 tyg. życia płodowego [26].

Wada wrodzona serca (*vitium cordis congenitum*), polega na nieprawidłowości budowy serca spowodowanej zaburzeniami rozwoju w życiu płodowym. Większość wad układu sercowo-naczyniowego powstaje między 23 a 42 dniem życia płodu [27].

Wśród czynników wywołujących te anomalie rozwojowe obecne są czynniki genetyczne i środowiskowe. Do czynników teratogennych zaliczyć można: infekcje wirusowe (szczególnie wirus różyczki), promieniowanie radioaktywne, niedotlenienie, toksyczne substancje, używki (alkohol, narkotyki, nikotyna) i leki. Istotną rolę odgrywa również zbyt młody lub zbyt zaawansowany wiek matki [10,26,27].

Często wady serca są skorelowane z zespołami genetycznymi: zespół Downa, zespół Edwarda, zespół Patau, zespół Marfana, zespół Holta-Orana, zespół Noonan i wiele innych [10].

Dla klinicystów właściwym i bardziej pomocnym podziałem wad serca jest ich podział ze względu na wielkość przepływu płucnego (zmniejszony, normalny lub zwiększony) oraz na podstawie objawów klinicznych (obecność sinicy).

Do wad ze zwiększonym przepływem płucnym bez sinicy zaliczamy:

- Przetrwwały przewód tętniczy (PDA),
- Ubytek przegrody międzykomorowej (VSD),
- Ubytek przegrody międzyprzedsionkowej (ASD),
- Ubytek przegrody przedsionkowo-komorowej (AVSD)
- Okienko aortalno-płucne.

Wrodzone wady serca z prawidłowym przepływem płucnym niesinicze:

- Zwężenie cieśni aorty (CoA),
- Pierścień naczyniowy,
- Zwężenie zastawki aortalnej (AS),
- Zespół niedorozwoju lewego serca (HLHS).

Natomiast do wad sinicznych ze zmniejszonym przepływem płucnym:

- Tetralogia Fallota (ToF),
- Atrezja zastawki trójdzielnej (TVA),
- Zespół Ebsteina,
- Zarośnięcie zastawki tętnicy płucnej (PA).

Wady serca ze zwiększonym przepływem płucnym i sinicą:

- Przełożenie wielkich pni tętniczych (TGA),
- Całkowity nieprawidłowy spływ żył płucnych (TAPVD)
- Odejście obu tętnic z prawej komory (DORV),
- Wspólny pień tętniczy (TAC),
- Czynnościowo pojedyncza komora serca (SV) [26].

W II Katedrze i Klinice Kardiochirurgii i Chirurgii Ogólnej Dzieci Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego, najczęściej operowane wady serca ze zwiększonym i zmniejszonym przepływem płucnym to: VSD, ASD, AVSD, ToF i DORV. Są to operacje przeprowadzane z użyciem krążenia pozaustrojowego oraz z dostępu poprzez sternotomię. Badania opisane w niniejszej pracy były przeprowadzone na grupie pacjentów, u których zdiagnozowano właśnie takie wady wrodzone serca, dlatego zasadny i pomocny będzie krótki opis poszczególnych wad.

### **3. 1. Wady ze zwiększonym przepływem płucnym:**

#### **3. 1. 1. Ubytek w przegrodzie międzykomorowej (VSD)**

Wada ta występuje u ponad 20 % pacjentów cierpiących z powodu wrodzonych wad serca. Polega na istnieniu otworu pomiędzy komorą prawą i lewą prowadząc do ich połączenia. Rzadziej spotykana jest sytuacja występowania takiego połączenia pomiędzy komorą lewą a prawym przedsionkiem. W częściej spotykanym typie, przeciek odbywa się zgodnie z gradientem ciśnień z lewej do prawej komory serca, następnie zwiększona ilość krwi napływa do płuc, lewego przedsionka i lewej komory [26].

Klasyfikacja ubytków przegrody międzykomorowej według Soto pozwala wyróżnić 3 główne typy tej wady:

- okołobłoniasty,
- mięśniowy,
- podtętniczny [15].

Ubytki okołobłoniaste i mięśniowe mogą być zlokalizowane w drodze napływu, odpływu oraz w części beleczkowej przegrody. Najczęściej są one pojedyncze, ale czasami mogą być też mnogie [26].

Należy pamiętać, że wada ta jest wadą niesiniczą. Gdy naczyniowe opory płucne są prawidłowe, zwiększona objętość krwi z prawej komory przepływa przez płuca i wraca żyłami płucnymi do serca. Jednak w miarę trwania tej wady, zwiększona ilość i ciśnienie krwi przepływającej przez płuca może zapoczątkowywać zmiany w łożysku naczyń płucnych, prowadząc do powstania nadciśnienia płucnego. Jeśli opór jest tak duży, że komora prawa nie będzie zdolna do pokonania go, a ciśnienie w niej będzie większe od ciśnienia panującego w komorze lewej wówczas krew będzie płynąć z komory prawej przez VSD do komory lewej, powodując sinicę. Ubytek z tak odwróconym przepływem krwi nazywany jest zespołem Eisenmengera [13].

Objawy kliniczne VSD zależą głównie od ich wielkości i wysokości oporu w krążeniu płucnym. Charakteryzują się:

- uwypukleniem okolicy przedsercowej,
- unoszącym uderzeniem koniuszkowym oraz tętnieniem powiększonej komory prawej,
- wyczuwalnym mrukiem skurczowym w okolicy przedsercowej.

Osluchowo stwierdza się głośny szmer skurczowy, najlepiej słyszalny w III - IV międzyżebrowo w linii przymostkowej lewej. W ubytkach przebiegających z nadciśnieniem płucnym występuje wzmożenie II tonu lub jego rozdwojenie nad tętnicą płucną [27].

### **3. 1. 2. Ubytek w przegrodzie międzyprzedsionkowej (ASD)**

Ubytki te występują najczęściej spośród wad wrodzonych serca (6-10 %). Dwa razy częściej spotykane są u dziewczynek niż u chłopców. Wyróżnić można 6 typów tej wady:

- centralny ubytek typu otworu owalnego (ASD II), stanowiący 75% wszystkich ASD,
- tylny ubytek międzyprzedsionkowy, ubytek typu żyły głównej dolnej znajdujący się w najbardziej tylnodolnej części przegrody,
- ubytek typu otworu pierwszego (ASD I), ubytek typu kanału przedsionkowo-komorowego stanowiący 15% wszystkich ASD,
- ubytek typu zatoki wieńcowej, najrzadziej występujący typ ubytku, polegający na całkowitym lub częściowym braku dachu zatoki wieńcowej,
- ubytek typu sinus venosus, ubytek typu żyły głównej górnej, stanowi 10% wszystkich ubytków, leżący tuż pod ujściem żyły głównej górnej do prawego przedsionka [15].

Wada charakteryzuje się istnieniem otworu w przegrodzie. Przegroda ta powstaje w wyniku połączenia się dwóch części: pierwotnej i wtórnej. Pierwsza tworzy dolną część przegrody międzyprzedsionkowej, a jej górna część tworzy zastawkę otworu owalnego, natomiast druga część stanowi górną część i biegnie ku tyłowi do górnego bieguna otworu owalnego. Stąd mamy do czynienia z tak wieloma typami wady [10].

Objawy kliniczne u dziecka są zwykle niewielkie. Niewydolność krążenia będąca skutkiem istnienia wielu ubytków jest bardzo rzadka u niemowląt. Wada częściej wykrywana jest u dzieci starszych. Stwierdza się wyrzutowy szmer w polu tętnicy płucnej i rozdwojenia II tonu, niezależnie od czynności oddechowej. Rozwój dzieci jest gorszy w porównaniu z dziećmi w tym samym wieku. Zwykle dzieci z ASD są słabsze fizycznie, niższe i mniej ważą. Często cierpią na duszność wysiłkową, uczucie osłabienia lub kołatanie serca. Zapadają na nawracające infekcje górnych dróg oddechowych [10,13,15,26].

### **3. 1. 3. Ubytek przegrody przedsionkowo-komorowej (AVSD)**

Jest to wrodzona wada serca polegająca na istnieniu anomalii zastawek ujęć przedsionkowo-komorowych z ubytkiem międzyprzedsionkowym typu I i/lub ubytkiem międzykomorowym. Jest to skutkiem nieprawidłowego rozwoju poduszeczek osierdziowych. Wyróżnić można następujące formy:

- częściowy kanał przedsionkowo-komorowy,
- całkowity kanał przedsionkowo-komorowy.

W pierwszym typie wady brak jest części tkanki przegrody przedsionkowo-komorowej, co prowadzi do powstania ubytku międzyprzedsionkowego typu I. Jest to powiązane ze współistnieniem nieprawidłowej budowy płatków zastawki dwudzielnej, a oba pierścienie zastawek przedsionkowo-komorowych są rozdzielone. Wada sprzyja gorszemu rozwojowi dzieci i ich łatwemu męczeniu się. Oprócz objawów osłuchowych ( szmer skurczowy nad tętnicą płucną i sztywne rozdwojenie II tonu serca), może wystąpić szmer związany z niedomykalnością zastawki dwudzielnej (szmer holosystoliczny), najgłośniejszy na koniuszku, promieniujący do lewej pachy [7,8,10].

W typie drugim (całkowitym) wady stwierdza się duży ubytek międzyprzedsionkowy typu otworu pierwszego, jedną wspólną dla obu komór zastawkę przedsionkowo-komorową oraz ubytek przegrody międzykomorowej. Objawy kliniczne widoczne są już w okresie niemowlęcym (2-3m.ż.), rozwój fizyczny pacjentów jest gorszy występuje niewydolność serca, ciężkie nawracające zapalenia płuc. Nad koniuszkiem serca można wysłuchać szmer holosystoliczny będący skutkiem niedomykalności zastawki przedsionkowo-komorowej, a wzdłuż



lewego brzegu mostka słycać jest szmer skurczowy tak charakterystyczny dla ubytku w przegrodzie międzykomorowej. Wada ta jest również powikłana rozwojem nadciśnienia płucnego oraz odwróceniem przecieku z typowymi objawami dla nadciśnienia płucnego [7,8,10].

### **3. 1. 4. Odejście obu tętnic z prawej komory (DORV)**

Jest to wada serca powstała w wyniku odejścia z prawej komory serca zarówno aorty jak i tętnicy płucnej. Jedno naczynie odchodzi w całości, a drugie w ponad 50 %. Zastawki obu tętnic leżą na tym samym poziomie, brak jest ciągłości aortalno-mitralnej lub płucno-mitralnej. Obraz kliniczny DORV współistniejącego ze zwężeniem tętnicy płucnej jest identyczny jak w zespole Fallota ( sinica, najbardziej widoczna na błonach śluzowych jamy ustnej, paznokciach palców rąk i stóp), dodatkowo obecna jest duszność napadowa, rozwój dziecka jest opóźniony. Wysiłek fizyczny powoduje łatwe męczenie się, narastającą duszność i sinicę [10,13,26].

## **3. 2. Wady serca ze zmniejszonym przepływem płucnym**

### **3. 2. 1. Tetralogia Fallota**

Według kryteriów Fallota składa się z 4 wad o wspólnych cechach:

1. ubytek w przegrodzie międzykomorowej,
2. zwężenie drogi wypływu z prawej komory (tętnicy płucnej),
3. przesunięcie zastawki aortalnej nad komorę prawą,
4. przerost mięśnia prawej komory [13,26].

Objawy kliniczne uzależnione są od stopnia zwężenia tętnicy płucnej. U osób z bardzo ciasnymi zwężeniami obecny jest przeciek prawo - lewy, sinica, upośledzony rozwój fizyczny i ruchowy dziecka. Przy niewielkim zwężeniu sinica może nie występować. Najczęściej sinica pojawia się na wargach, śluzówkach, oraz paznokciach u rąk i stóp w pierwszych miesiącach życia. Rozwój fizyczny i ruchowy dziecka jest opóźniony. Pacjenci starsi częściej się męczą i odpoczywają w pozycji kucznej, aby uruchomić dodatkowe mięśnie oddechowe.

W trakcie osłuchiwania obecny jest szmer skurczowy wyrzutowy crescendo-decrescendo o maksymalnej głośności nad tętnicą płucną. Czasami pojawia się również szmer holosystoliczny związany z ubytkiem w przegrodzie międzykomorowej słyszalny nad koniuszkiem serca [10,13,26].

## **4. Patofizjologia układu oddechowego po operacji kardiologicznej w krążeniu pozaustrojowym**

Wielu badaczy zajmowało się wpływem krążenia pozaustrojowego (CPB), wykorzystywanego w operacjach korekcyjnych serca, na układ oddechowy. Starano się znaleźć czynniki sprawcze prowadzące do zaburzeń czynnościowych płuc. Wykazano, że podczas operacji dochodzi do szeregu zmian patofizjologicznych w obrębie naczyń płucnych i miąższu płucnego, które zapoczątkowują lub są elementem złożonych, niekorzystnych, okołoperacyjnych procesów ogólnoustrojowych.

Układ oddechowy jest bardzo podatny na czynniki uszkodzające powstające w trakcie przeprowadzania operacji kardiologicznej. Dysfunkcje te mogą mieć wiele przyczyn. Jedną z nich jest brak przepływu krwi przez płuca w trakcie zakleszczenia aorty. Skutkuje to aktywacją neutrofilów, które są podatne nawet na bardzo małe siły skrętne działające na kapilary (ang. shear stress). Jednocześnie dochodzi do aktywacji leukocytów, które wraz ze zwiększonym stężeniem tromboksanu B<sub>2</sub> w osoczu krwi inicjują odpowiedź zapalną w naczyniach płucnych. Następnie w wyniku wzrostu stężenia we krwi prozapalnych cytokin IL-6 i IL-8 dochodzi do uszkodzenia ścian i do ponownego aktywowania neutrofilów w płucach. W efekcie bariera pęcherzykowo-łośniczkowa staje się bardziej przepuszczalna, co powoduje wnikanie do tkanki śródmiąższowej płuc osocza, a jego zwiększona ilość zapoczątkowuje w pęcherzykach rozwój obrzęku płucnego. Następnymi zmianami pojawiającymi się w organizmie są: wystąpienie gorączki i skurczu naczyniowego. Dochodzi również do rozpadu erytrocytów i pojawienia się skazy krwotocznej, a podwyższony poziom trombin prowadzi do zainicjowania procesów zapalnych i agregacyjnych. Wszystkie te objawy są charakterystyczne dla zespołu poperfuzyjnego [13,14].

Na podstawie pracy wielu klinicystów, wyodrębniono 5 czynników inicjujących uogólnioną reakcję zapalną, występującą po zastosowaniu CPB, zwaną inaczej SIRS (systematic inflammatory response syndrome). Należą do nich:

1. kontakt upostaciowanych elementów krwi z obcą powierzchnią (dreny, ściany kaniul żylnych i tętniczych zbiornika krwi oraz oksygenatora) pozbawioną ochronnego, fizjologicznego efektu komórek śródbłoka naczyniowego,

2. działanie sił fizycznych na strumień płynącej krwi (shear stress): zgniatanie drenów przez rolki pompy, zawirowania strumienia krwi, siły tarcia oraz ujemne ciśnienie w ssakach, turbulentny przepływ w kaniulach, nagłe przyspieszenia i zwolnienia przepływu,
3. kontakt komórek śródbłonna naczyniowego oraz wsierdza z powietrzem w następstwie opróżnienia jam serca lub naczyń z krwi i operowanie w warunkach zahamowania przepływu,
4. obce składniki w krwi (elementy zatorowe; powietrze, fibryna, zatory płytkowe i tkankowe),
5. protamina, podawana pod koniec CPB, w celu odwrócenia działania heparyny na układ krzepnięcia i normalizacji aktywowanego czasu krzepnięcia (ACT-activated coagulation time) [13].

## **5. Skutki uboczne przeprowadzenia operacji z użyciem krążenia pozaustrojowego:**

Większość badaczy jest zgodna, że najczęstszym powikłaniem pooperacyjnym ze strony układu oddechowego jest niedodma płuca. Może ona obejmować pojedynczy segment lub cały płat. Z doświadczeń II Katedry i Kliniki Kardiochirurgii Dzieci WUM wynika, że najczęstszą lokalizacją zmian niedodmowych jest górny płat płuca prawego. Niedodma może też występować w lewym dolnym płacie płucnym. Z tym stanem może być powiązane porażenie nerwu przeponowego (lewego, sporadycznie prawego), co może ujawnić się nawet po bardzo ostrożnie przeprowadzanym zabiegu. Jest to stan patologiczny rzadziej występujący niż niedodma, co potwierdzili w swoich badaniach Marland i kol. Porażenie nerwu przeponowego notowano u 11 % pacjentów z niedodmą lewego dolnego płata.

U niektórych pacjentów czynnikiem prowadzącym do zaburzeń funkcji płuc może być bezpośredni uraz pooperacyjny. W czasie zabiegu lub krótko po nim wydzielina z płuc jest zatrzymywana upośledzając drożność dróg oddechowych i utrudniając wymianę gazową. Z ryzykiem operacji z użyciem CPB związane jest również wystąpienie jawnego krwawienia z dróg oddechowych, które może ujawnić się bezpośrednio po zakończeniu CPB lub w krótkim okresie po operacji [14].

Bandla i in. [3] na podstawie przeprowadzonych badań wyróżnili pięć podstawowych czynników wnikających powrót do zdrowia po operacji kardiochirurgicznej. Wskazali na:

- ucisk na główne drogi oddechowe,
- dysfunkcje przepony,
- obrzęk opłucnej,
- nadciśnienie płucne,
- trudności w ekstubacji.

## **5. 1. Ucisk na główne drogi oddechowe**

Dzieci z wrodzonymi wadami serca mają podwyższone ryzyko wystąpienia zaburzeń w drogach oddechowych, wynikające z bliskiego sąsiedztwa anatomicznego komór serca, dużych naczyń i głównych dróg oddechowych. Ucisk na drogi oddechowe może być wynikiem poszerzenia tętnic płucnych, powiększenia lewego przedsionka lub masywnej kardiomegalii. U dużej liczby pacjentów kompresja ta znoszona jest dzięki operacji naprawczej. Jednakże następstwem długotrwałego ucisku może być wiotkość oskrzeli (bronchomalacja), niedodma miąższu płucnego, nawracające zapalenia płuc.

## **5. 2. Dysfunkcja przepony**

Zwykle wywołana jest porażeniem nerwu przeponowego. Dochodzi do niego zazwyczaj w wyniku stosowania wewnątrzosierdziowego okładu z lodu lub bardzo zimnego perfuzatu, w celu utrzymania niskiej temperatury mięśnia sercowego. Powikłanie to może być też następstwem bezpośredniego urazu nerwu w trakcie śródoperacyjnego preparowania worka osierdziowego lub żyły głównej górnej.

Kliniczne objawy mogą mieć różne nasilenie, począwszy od niedodmy lewego dolnego płata płucnego po zajętej stronie, kończąc na trudnościach w wentylacji. Szczególnie narażone są dzieci w wieku do 2 lat, ponieważ istnieją u nich: duża podatność klatki piersiowej, relatywnie słabe mięśnie międzyżebrowe oraz przesunięcie płuca w stosunku do osi pośrodkowej, wynikające z paradoksalnej pracy porażonej przepony. Przyczynia się to do zwiększenia ryzyka niepowodzenia ekstubacji i wydłuża czas mechanicznej wentylacji.

## **5. 3. Wysiłek w jamie opłucnej**

Zwykle wysiłek pooperacyjny do jam opłucnych jest skąpy, przejściowy i powinien ustąpić sam. Płyn może mieć charakter surowicy lub krwisty. Czasami dołączyć może się odma spowodowana uszkodzeniem mechanicznym lub spontanicznym miąższu płucnego.

Aby zapobiec trudnościami wentylacyjnym, spowodowanym uciskiem przez gromadzący się płyn, wykonuje się drenaż opłucnej.

Objętość dobową drenowanego płynu zazwyczaj nie przekracza wartości 3 ml/kg. U większości niemowląt drenaż opłucnowy usuwany jest 3 dnia operacyjnego. Dłuższy okres drenażu dotyczy pacjentów z zespołem poperfuzyjnym lub z nadciśnieniem płucnym.

#### **5. 4. Nadciśnienie płucne**

Na wystąpienie nadciśnienia płucnego szczególnie narażone są noworodki i niemowlęta z wrodzoną wadą serca i masywnie zwiększonym przepływem płucnym ( $Q_p:Q_s >3:1$ ): wspólny pień tętniczy, duże okienko aortalno płucne, AVSD lub nierestrykcyjny VSD. Następstwem wady są zmiany morfologiczne naczyń płucnych (pogrubienie warstwy mięśniowej) i wzrost oporów płucnych (PVR).

#### **5. 5. Niepowodzenie ekstubacji**

Jak wynika z danych zebranych na OIOM'ie niepowodzenia w intubacji spotyka się u 22-28% wcześniaków. Z analizy przeprowadzonych przez Bandla wynika, że aż 25% pacjentów miało przynajmniej jedno niepowodzenie w ekstubacji. Coraz bardziej jasne jest, że stan ten może być powiązany z rosnącą liczbą powikłań medycznych oraz szczególnie wysoką umieralnością na oddziałach OIOM'u [3].

Goraieb i in. w swoich badaniach oceniali zmiany w systemie płucnym. Wykorzystywali do tego wartość podatności płuc oraz oporu oddechowego. Dowiedli, że zaburzenia w układzie oddechowym wywołane są użyciem CPB i związanej z nim hipotermią, brakiem przepływu krwi przez tętnice płucne, mechaniczną wentylacją oraz zastosowaniem odpowiednich procedur operacyjnych [12].

W badaniach tych udowodniono również, że dzieci poniżej 30 miesiąca życia mają niższy wskaźnik podatności płuc niż dzieci powyżej 30 m.ż. Może być to związane z niewielką dojrzałością płuc.

Klinicyści potwierdzają, że liczba pęcherzyków u dziecka wzrasta aż do 8 r. ż., kiedy to osiąga liczbę 300 mln.; zbliżoną do liczby pęcherzyków u dorosłych. Jednakże zaraz po narodzinach, region wymiany gazowej składa się jedynie z prymitywnych przestrzeni zwanych workami, które mogą osiągnąć liczbę do 20 mln. Z nich zaczynają powstawać pęcherzyki płucne, które się mnożą. Po tym czasie zmienia się kształt pęcherzyków, co skutkuje większą podatnością płuc około 8 r.ż. Jednakże inni autorzy sugerują, że już od około 4 miesiąca życia dochodzi do różnicowania się kształtu pęcherzyków, a ich liczba zwiększa się szybciej w ciągu pierwszych 3 lat. Istnieniem tego faktu może tłumaczyć poprawę funkcji płuc u dzieci z bardziej dojrzałą strukturą pęcherzykową [12].

Cytowani powyżej badacze zauważyli korelację istniejącą pomiędzy czasem trwania CPB a ryzykiem przedłużenia okresu pooperacyjnej wentylacji mechanicznej.

W grupie pacjentów, u której czas trwania krążenia pozaustrojowego był krótszy niż 50 min, poprawę podatności płuc zaobserwowano już w momencie kończenia operacji, gdy narzędzia były jeszcze w ciele pacjenta. Natomiast w grupie pacjentów, gdzie czas perfuzji był dłuższy niż 50 min, poprawa nastąpiła dopiero w czasie, gdy całkowicie zamknięto klatkę piersiową. Klinicyści tłumaczyli ten fakt zmianami, jakie zachodzą w kapilarach płucnych, które podczas zabiegu operacyjnego nie są wypełnione krwią. Zwracali oni również uwagę na fakt, że czas trwania CPB był skorelowany z wiekiem. Dzieci poniżej 30 m.ż. wymagały dłuższego czasu krążenia pozaustrojowego niż dzieci powyżej 30 m.ż.

Brown i wsp. potwierdzają istnienie korelacji pomiędzy czasem trwania CPB, a czynnikami wydłużającymi okres przebywania na OIOM'ie. Udowodnili, że czas przebywania pacjenta w krążeniu pozaustrojowym dłuższy niż 30 min, ma istotny wpływ na pogorszenie mechaniki działania płuc [12].

Shi i wsp. prowadzili badania nad noworodkami i niemowlętami do 3 mż. Udowodnili oni, że znaczącą rolę w przedłużeniu czasu sztucznej wentylacji odgrywa czas trwania CPB i DHCA (deep hypothermic circulatory arrest). Potwierdzili negatywny wpływ zastosowania CBP skutkujący dysfunkcją wielu organów, zapoczątkowaniem reakcji immunologicznej w odpowiedzi na wystąpienie śródszpitalnego stanu zapalnego oraz wzrostem zachorowalności [24].



Z kolei Stayer i wsp. badali zmiany w mechanizmie oddychania u dzieci, które wcześniej miały podwyższony przepływ płucny oraz u dzieci, które miały normalny lub zmniejszony przepływ płucny. Badacze ci zauważyli, że pacjenci z przedoperacyjnym wyższym ciśnieniem płucnym doświadczali poprawy w całkowitym oporze oddechowym (spadek), a podatność płuc nie zmieniała się. Stan tych dzieci przed operacją charakteryzował się zaburzeniami w mechanizmie oddychania, niższą podatnością płuc i wysokim oporem oddechowym. Natomiast dzieci, które przed zabiegiem, były w lepszym stanie klinicznym; ze zwiększoną podatnością płuc, normalnym oporem oddechowym, i normalnym lub zmniejszonym przepływem płucnym, po operacji prezentowały spadek podatności płuc i brak zmian w oporze oddechowym.

Dalej w swoich badaniach naukowcy potwierdzają wnioski, do których doszli wcześniej cytowani przeze mnie badacze. Zauważają niekorzystny wpływ zastosowania CPB skutkujący: strukturalnym i funkcjonalnym uszkodzeniem tkanki płucnej, wzrostem oporu oddechowego u dzieci z istniejącym wcześniej nadciśnieniem płucnym, wzrostem objętości wody zewnątrznaczyniowej w tkance płuc, rozwinięciem się niedodmy u około 80% pacjentów [25].

Analizując dostępne badania, dokładnie rozważając powikłania powodowane operacją kardiochirurgiczną oraz skupiając się nad efektami jej przeprowadzenia można wysnuć wnioski, że korzyści wynikające z korekcji istniejącej wady jednoznacznie przewyższają komplikacje wywołane samą operacją. Wielu badaczy twierdzi, że dzięki procedurom zastosowanym w trakcie trwania operacji oraz w okresie pooperacyjnym udaje się uniknąć, bądź zminimalizować skutki przeprowadzonego zabiegu. Należy pamiętać jedynie o otoczeniu tego szczególnego pacjenta właściwą opieką medyczną.

## **6. Rehabilitacja układu oddechowego u niemowląt po zabiegach kardiochirurgicznych**

Każdego roku w Polsce rodzi się około 4000 noworodków z wadą wrodzoną serca. Jednymi z najczęściej występujących wad wrodzonych serca są VSD i ASD II. Korekcję tych wad przeprowadza się w krążeniu pozaustrojowym, w hipotermii umiarkowanej 28 - 32°C, z dostępu przedniego poprzez sternotomię pośrodkową.

Przebieg pooperacyjny może być wikłany niekorzystnymi objawami ze strony wymienionych poniżej narządów i układów:

- układ oddechowy – obrzęki pointubacyjne krtani, infekcje płucne, niedodmy, odma opłucnowa, porażenie nerwu przeponowego, krwiak opłucnej,
- układ krążenia – niewydolność krążenia, zaburzenia rytmu, tamponada serca, zespół poperikardiotomijny, zatrzymanie akcji serca, zapalenie żył głębokich, których następstwem może być zatorowość płucna, powstawanie zakrzepów na uszkodzonych zastawkach serca,
- narząd ruchu – ograniczenie ruchomości ze strony stawów ramiennych, stawów międzykręgowych odcinka piersiowego, zmniejszenie siły mięśniowej mięśni uszkodzonych w wyniku otwarcia klatki piersiowej oraz mięśni kończyn dolnych i górnych w wyniku zmniejszonej aktywności ruchowej przy powikłanym okresie pooperacyjnym, deformacje klatki piersiowej, protrakcyjne ustawienie barków jako wynik ustawienie przeciwbólowego,
- rana pooperacyjna – infekcje i zły zrost.

Ilość powikłań, na jakie narażone jest niemowlę, które przeżyło operację kardiochirurgiczną jest jedną z wielu przesłanek skłaniających lekarza do podjęcia współpracy z fizjoterapeutą [8].

Rehabilitację na oddziale kardiochirurgicznym można podzielić na 3 fazy:

1. okres przedoperacyjny,
2. okres pooperacyjny,
3. okres ambulatoryjny.

*W okresie przedoperacyjnym* (2 dni przed zabiegiem), fizjoterapeuta zapoznaje się z historią choroby dziecka, zapewnia czystość dróg oddechowych, nawiązuje współpracę z rodzicami i uświadamia im konieczność rozpoczęcia procesu rehabilitacyjnego, który jest niezbędnym elementem leczenia dziecka. Omawia przebieg rany pooperacyjnej, zasady jej stabilizacji. Rehabilitant uczy ćwiczeń wspomaganych kończyn górnych i dolnych, ćwiczeń oddechowych, opukiwania i oklepywania klatki piersiowej, prowokacji efektywnego kaszlu oraz terapii ułożeniowej [8].

*Okres pooperacyjny* zwykle trwa 10-14 dni i uzależniony jest od przebiegu okresu śródoperacyjnego i stanu klinicznego dziecka, a fizjoterapeuta rozpoczyna swoje działania już w pierwszej dobie po zabiegu. Rehabilitacja obejmuje:

- inhalacje,
- ćwiczenia oddechowe,
- drenaż oskrzelowy,
- opukiwanie klatki piersiowej,
- akcelerację oddechową,
- prowokację efektywnego kaszlu,
- ćwiczenia wspomagane kończyn dolnych i górnych,
- drenaż wibracyjny klatki piersiowej,
- instruktaż rodziców.

Niektórzy autorzy do procesu rehabilitacji włączają również odsysanie, jako uzupełnienie technik wykorzystywanych do oczyszczenia dróg oddechowych [6].

*Okres ambulatoryjny* zwykle trwa ok. 6 miesięcy i jest kontynuacją okresu pooperacyjnego [1, 2, 6, 7, 8].

Podczas rehabilitacji niemowlęcia przebywającego na oddziale kardiochirurgicznym niezbędne jest ciągle obserwowanie parametrów, a także zachowania dziecka. Obserwacja powinna zawierać:

- ocenę objawów wzmożonego wysiłku oddechowego (wciąganie mostka i przestrzeni międzyżebrowych, poruszanie nozdrzami, przyspieszony oddech lub bezdech, świst oddechowy, zasinienie lub bladość, paradoksalne ruchy

oddechowe – unoszenie się nadbrzusza w czasie wdechu, postękiwanie wydechowe),

- ocenę regularności oddechów ( u wcześniaków bezdech trwający do 20 s., któremu nie towarzyszy hipoksemia lub bradykardia jest normą),
- ocenę symetryczności szmerów oddechowych oraz ruchów klatki piersiowej,
- ocenę parametrów życiowych (czynność akcji serca - 120-140 uderzeń na minutę, częstość oddechów – ok. 40 oddechów na minutę, występujących nieregularnie, ciśnienie krwi – skurczowe  $80 \pm 16$ , a rozkurczowe  $46 \pm 16$  mmHg, saturacja O<sub>2</sub> poniżej 90 %),
- ocenę postawy i stanu napięcia mięśni – powinno przeważać zgięcie,
- ocenę stanu świadomości (splątanie, senność, utrata przytomności),
- ocenę temperatury ciała (w łóżeczkach jest zainstalowany mechanizm kontrolujący temperaturę noworodka w granicach 32-35°C) [6,9].

Informacje zebrane na podstawie powyższych obserwacji pomogą zindywidualizować program rehabilitacji i maksymalnie skrócić czas przebywania dziecka na oddziale intensywnej opieki medycznej.

#### *Czas trwania i częstość fizjoterapii*

Jak wskazuje praktyka i dostępne piśmiennictwo proces rehabilitacji powinien rozpocząć się już w pierwszej dobie po zabiegu. Fizjoterapia powinna odbywać się 1-4 razy dziennie, pół godziny przed posiłkiem lub 1,5 godziny po posiłku. Czas trwania całej terapii nie powinien przekroczyć jednorazowo 30 minut ( 3-6 minut w każdej pozycji). Badacze potwierdzają, że ilość ćwiczeń wykonywanych u niemowląt waha się od 2 do 4 [21]. Bardzo ważna jest codzienna spontaniczna aktywność niemowlęcia. Połączona z ćwiczeniami oddechowymi lub głębokim oddychaniem, przyczynia się do lepszej ewakuacji wydzieliny z dróg oddechowych podczas drenażu ułożeniowego [2].

## 6. 1. Inhalacje

Inhalacje (leczenie wziewne) są metodą leczniczą polegającą na wprowadzeniu leku, do dróg oddechowych pacjenta, dzięki zastosowaniu urządzeń wytwarzających aerozole lecznicze o różnym stopniu rozproszenia.

Aerozolem nazywa się układ koloidowy, powstający w wyniku rozproszenia ciał stałych lub cieczy w ośrodku gazowym. W medycynie stosuje się aerozole powstałe z rozproszenia cieczy w powietrzu. Aerozole ze względu na wielkość średnicy kropelek dzieli się na:

- aerozole prawdziwe, suche – 0,1-5  $\mu\text{m}$ ,
- aerozole wilgotne – 5 - 20 $\mu\text{m}$ ,
- mokra mgła, czyli spray – powyżej 20 $\mu\text{m}$  [1,18].

Badania dowiodły, że głębokość docierania cząsteczek aerozolu do odpowiedniej partii oskrzeli jest odwrotnie proporcjonalna do wielkości cząstki aerozolu. Głębokość wnikania mieszaniny powietrza i cieczy została przedstawiona na rycinie [18].

Odcinek dróg Oddechowych	Średnica kropelek aerozolu [ $\mu\text{m}$ ]			
	30	10	1	<0,3
Tchawica	↓			
Oskrzele główne				
Oskrzele płatowe	↓			
Oskrzele segmentowe				
Najmniejsze oskrzela		↓		
Oskrzeliki końcowe			↓	
Oskrzeliki oddechowe				
Przewodniki pęcherzykowe				
Woreczki pęcherzykowe				↓

Ryc. 2. Głębokość wnikania do dróg oddechowych kropelek areozolu w zależności od ich średnicy [18].

Podczas zabiegu inhalacji należy pamiętać, że u noworodków i niemowląt należy stosować tzw. termoareozol, czyli mieszaninę powietrza i cieczy podgrzaną do temperatury 28-37°C. Niższe temperatury aerozolu powodują podrażnienie błony śluzowej dróg oddechowych, a także przyczyniają się do wystąpienia skurczu oskrzeli. Należy również zwrócić dużą uwagę na ładunki elektryczne aerozolu. Wysoce pożądane są ładunki ujemne, które pobudzają ruchy aparatu rzęskowego, przyspieszając ewakuację zalegającej wydzieliny oskrzelowej. Istotne jest również pH zastosowanego roztworu, powinno się wahać w granicach 7,2-7,5.

Stosując metodę leczenia wziewnego, należy pamiętać o odrębnościach układu oddechowego niemowląt i noworodków od układu oddechowego u dorosłego, oraz o szczególnej fizjologii układu oddechowego, która jest ich skutkiem. U najmniejszych dzieci, najczęściej spotykanymi zaburzeniami ze strony układu oddechowego są: nadmierna produkcja oraz zaleganie wydzieliny w różnych odcinkach dróg oddechowych. Leki podawane za pomocą aerozoloterapii przyczyniają się do rozrzedzenia i upłynnienia śluzu, zwiększenia ruchu rzęsek, usprawniania efektywności oczyszczania śluzowo-rzęskowego oraz stymulacji napięcia powierzchniowego pęcherzyków płucnych. Wydzielina uruchomiona wzmożonym ruchem rzęsek może być następnie ewakuowana na zewnątrz za pomocą delikatnego odsysania cewnikiem polietylenowym [1].

Wśród wskazań do areozoloterapii znajdują się takie choroby jak: zapalenia oskrzeli nawracające, przewlekłe oraz rozstrzenie oskrzeli, zwłóknienie torbielowate – mukowiscydoza, astma oskrzelowa, zespół zatokowo-oskrzelowy, stany po zapaleniach płuc, zakażenie grzybicze układu oddechowego, pneumocytoza. Spośród wskazań do zabiegów inhalacji oprócz stanów chorobowych płuc i oskrzeli, wymienić można również stany przed i po operacjach. Wówczas, stosuje się antybiotyki przeciwbakteryjne i przeciwgrzybiczne, leki mukolityczne, przeciwzapalne, rozszerzające oskrzela oraz intensywne nawilżanie [1].

Przeciwwskazaniem wykluczającym ten zabieg będzie ostry stan zapalny dróg oddechowych i choroby zakaźne. Do przeciwwskazań w leczeniu górnych dróg oddechowych zaliczyć można: większość ostrych chorób w obrębie nosa, gardła, krtani, zaostrzenia przewlekłych nieżytów przebiegające z podwyższoną temperaturą ciała,

stany upośledzonej drożności wymagające leczenia operacyjnego, np.: skrzywienie przegrody nosa, polipy.

W obrębie dolnych dróg oddechowych, przeciwwskazaniem będzie niewydolność krążenia, niewydolność oddechowa, ciężkie zaostżenia przewlekłych chorób układu oddechowego, w gruźlicy, nowotworach i krwawieniach z dróg oddechowych [1].

Aerozol może być podany za pomocą aparatu rozpylającego leki za pomocą sprężonego powietrza lub za pomocą ultradźwięków. Wydobywający się aerozol może być aplikowany z użyciem maseczki, budki lub namiotu [1].

## **6. 2. Drenaż ułożeniowy**

Gdy pacjent znajduje się w wyprostowanej pozycji ciała, tylko segmenty prawego górnego płata oraz pozostałe partie płata górnego lewego oprócz języczka, są podatne na działanie siły grawitacyjnej. Natomiast segmenty środkowe obu płatów płucnych, segment języczkowy płata lewego oraz płaty dolne obu płuc muszą być drenowane przeciwko sile grawitacji.

Należy ponadto zaznaczyć, że działaniem siły grawitacyjnej są objęte wymienione wyżej segmenty, zarówno w pozycji leżącej jak i w półleżącej. Jednakże segmenty środkowe i dolne, na które nie działa grawitacja, nie mogą być drenowane w ten sposób, ani w pozycji wyprostowanej, ani w pozycji półleżącej ani w leżeniu [2].

W normalnych warunkach cały ten mechanizm jest utrzymywany poprzez przepływ powietrza w drzewie oskrzelowym oraz dzięki pracy aparatu rząskowego.

Podczas choroby, system oczyszczania dróg oddechowych z wydzieliny jest zaburzony, a śluz nagromadzony jest szczególnie w małych drogach oddechowych, skąd nie może być usunięty za pomocą działania siły grawitacyjnej [2].

Dlatego też, aby właściwie zdrenować wszystkie segmenty objęte stanem chorobowym, należy skorzystać z metody drenażu ułożeniowego. Jest to technika polegająca na delikatnym ułożeniu dziecka tak, aby za pomocą działania siły grawitacyjnej uruchomić wydzielinę znajdującą się w drogach oddechowych. Pamiętając o fizjologii poszczególnych segmentów i działaniu grawitacji w nich, należy unieść dziecko powyżej 20° w stosunku do powierzchni, ponieważ taka pozycja powoduje efektywne działanie siły grawitacyjnej. Do takiego sposobu układania pacjenta można wykorzystać

stół grawitacyjny, matę gimnastyczną lub blat. Pomocne wówczas będą specjalne wałki i kliny [1,2].

Czas trwania takiego drenażu ułożeniowego powinien wynosić ok. 30 min.

Jeśli dodatkowo zastosowane zostaną opukiwanie i wibracje, to czas, jaki przeznaczony zostanie na poszczególne segment wydłuży się do 3-5 min. Gdy dziecko w niewłaściwy sposób reaguje na ten zabieg, wówczas poleca się zmniejszenie liczby drenowanych segmentów, nie zmniejszając jednocześnie czasu trwania zabiegu.

W przypadku noworodków i niemowląt wentylowanych mechanicznie oraz cewnikowanych do aorty brzusznej, niewskazane jest układanie na brzuchu. Należy ponadto pamiętać, że pacjenci ułożeni w pozycji Trendelenburga nigdy nie powinni być pozostawieni bez opieki [6].

Poszczególne pozycje ułożeniowe powinny być indywidualnie dopasowane do stanu pacjenta, dobrane tak, aby drenować poszczególne wskazane w badaniach segmenty płuc. Przydatne w diagnostyce jest badanie rentgenowskie, na którym wspaniale widać dotknięte niedodma fragmenty płuc [2].

Drenaż ułożeniowy połączony z głębokim oddychaniem, efektywnym kaszlem oraz opukiwaniem i drenażem wibracyjnym przyczynia się do poruszenia i przesunięcia wydzieliny, prowadząc do oczyszczenia dróg oddechowych z zalegającego śluzu [2].



Fot.1. Pozycja ułożeniowa dla segmentów podstawowych przednich obu dolnych płatów płucnych.



Fot.2. Pozycja ułożeniowa dla segmentów podstawowych tylnych obu dolnych płatów płucnych.





Fot.3. Pozycja ułożeniowa dla segmentu podstawowego bocznego dolnego lewego płata płucnego.



Fot. 4. Pozycja ułożeniowa dla segmentów szczytowych obu dolnych płatów płucnych.



Fot. 5. Pozycja ułożeniowa dla segmentu szczytowego prawego górnego płata i szczytowo-tylnego segmentu lewego górnego płata płucnego.



Fot.6. Pozycja ułożeniowa dla przednich segmentów obu górnych płatów płucnych.

### 6. 3. Opukiwanie klatki piersiowej

Mechaniczne opukiwanie za pomocą całej dłonie, kłębu dłoni oraz 3 lub 5 zgiętych palców, właściwie stosowane, może być wykonywane nawet u najmniejszych niemowląt. Do tego zabiegu może być wykorzystany następujący sprzęt: maseczka anestetyczna dla niemowląt, wyściełany pielęgniarski smoczek, wyściełany medyczny kubeczek, smoczek w probówce [6,20].

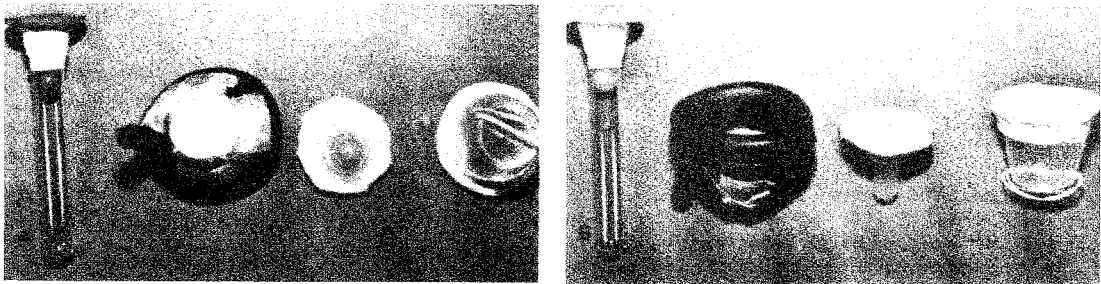
Należy pamiętać, aby zwiększając powierzchnię opukiwanego miejsca zachować efekt „poduszki powietrznej”, która tworzy się pomiędzy dłonią terapeuty, a skórą niemowlęcia. Uzyskuje się to układając dłoń na kształt „daszka” – kciuk przywiedziony do opuszki palca wskazującego. Efekt poduszki powietrznej powoduje zmiękczenie wydmuchu powietrza, który powstaje pod dłonią terapeuty, a kolumna powietrza

w środku dłoni skutecznie uruchamia wydzielinę w znajdujących się pod ręką oskrzelach dziecka. Dodatkowo siła grawitacyjna powoduje przemieszczanie się tej wydzieliny z oskrzeli w kierunku głośni.

Niekorzystny jest efekt wywołany opukiwaniem za pomocą otwartej dłoni, przy którym słychać charakterystyczne plaśnięcie. Może wówczas wywoływać ból i nie pomaga w ewakuacji śluzu [2].

Opukiwanie powinno być wykonywane, głównie poprzez ruch z nadgarstka, z mocnym chwytem po stronie przeciwnej do tej, która jest opukiwana. Nie należy wykonywać tej techniki na nagą skórę, a raczej stosować do ochrony dziecka ręcznik lub cienki kocyk [13].

Zabieg ten powinien odbywać się z częstotliwością 3-5 uderzeń na sekundę, na każdą część drenowanego płata. Dziecko podczas tej czynności nie powinno odczuwać żadnego bólu ani dyskomfortu [2]. Zabieg ten powinien odbywać się ok. 1 min. nad niedodmowym segmentem oraz ok. 1 min. nad segmentami otaczającymi. Opukiwanie powinno być powtarzane co 4 godziny [20].



Ryc.3. Sprzęt do opukiwania [6].

#### **6. 4. Drenaż wibracyjny**

W tej metodzie szybki impuls wibracji jest przenoszony wzdłuż ścian klatki piersiowej. Pochodzi on z rąk terapeuty i powstaje w skutek naprzemiennych izometrycznych napięć mięśni zginających i prostujących przedramię. Zabieg ten jest wykonywany, aby uruchomić wydzielinę w drzewie oskrzelowym, a później ewakuować ją na zewnątrz [2,20].

Drenaż ten powinien być wykonywany podczas trwania fazy wydechu. Jednakże jest to bardzo trudne do osiągnięcia u tak małych dzieci.

Wibracje mogą być generowane za pomocą ręki terapeuty, ale także przy użyciu specjalnego sprzętu. Stosuje się masażery z światłem podczerwonym, a u bardzo małych dzieci przydatna jest elektryczna szczoteczka do zębów, z włosiem zabezpieczonym plastrem.

Badania dowodzą, że metoda ta połączona z opukiwaniem i drenażem ułożeniowym jest użyteczna, gdy niewskazane są inne techniki oczyszczania drzewa oskrzelowego [6,20].

## **6. 5. Prowokacja efektywnego kaszlu**

U chorych dzieci z zalegającą wydzieliną w drogach oskrzelowych, oddech jest płytki, tak aby uniknąć męczącego kaszlu. Niemowlęta i noworodki nie mają wyuczonego mechanizmu kaszlu. Podczas kaszlu oskrzela ulegają stopniowemu zwężeniu oraz są wprowadzane w drgania w wyniku rytmicznych zmian ciśnienie powietrza w klatce piersiowej. Skutkuje to systematycznym przesuwaniem się wydzieliny w kierunku większych oskrzeli, tchawicy i górnych dróg oddechowych [1].

U niemowląt i noworodków prowokacja efektywnego kaszlu może być wykonana poprzez stymulację tchawicy. Wykonuje się to poprzez umieszczenie palca wskazującego lub kciuka na przedniej stronie szyi, opierając o krtań powyżej wcięcia mostka. Następnie delikatnie, ale zdecydowanym ruchem uciska się do środka prowokując w ten sposób wdech [2].

## **6. 6. Akceleracja oddechowa**

Metoda ta jest również znana pod nazwą zwiększania przepływu wydechowego – AFE – Augmentation du Flux Expiratoire. Technika ta rozwijała się we Francji w latach 70 – tych ubiegłego wieku, w Polsce pierwsze kursy zostały przeprowadzone w 2001r.

Akceleracja oddechowa wskazana jest m.in. we wszystkich stanach chorób układu oddechowego, gdzie występuje zaleganie wydzieliny. Może być również wykonywana

u dziecka zaintubowanego lub z rurką tracheotomijną. Bezwzględny przeciwwskazaniem do zastosowania tej metody są: trombocytopenia  $< 50\ 000$  płytek, odma opłucnowa, nadciśnienie płucne, RDS w pierwszych dwóch dobach [9,21].

Przed zastosowaniem tej techniki, należy dziecko osłuchać, aby móc ocenić jakość zabiegu oraz rozrzedzić zalegającą wydzielinę w celu łatwiejszego transportu. Można wówczas zastosować krople do nosa lub krótkie inhalacje.

Technika AFE polega na zsynchronizowaniu ruchów rąk terapeuty z ruchami klatki piersiowej podczas oddychania. Terapeuta w czasie wdechu układa dłonie na klatce piersiowej, dostosowuje je do wielkości klatki piersiowej, otula nimi pacjenta.

W zależności od wielkości klatki piersiowej i dłoni fizjoterapeuty można układać dłoń na okolice obojczyka i przepony (kąty dolne żeber) lub uciskać palcami dłoni na klatkę piersiową w górnej jej okolicy [9].

Podczas trwania kilku oddechów terapeuta dostosowuje się do toru oddychania dziecka, a następnie modeluje oddech poprzez ruch klatki piersiowej zsynchronizowany z wdechem i wydechem. Pogłębienie fazy wydechu uwzględnia szybkość, kierunek, siłę, a czasem połączenie jej z wibracją lub oscylacją dłońmi. Właściwa ocena zwiększonego przepływu oddechowego powinna odbywać się za pomocą słuchu i dotyku. Poprawa przepływu powietrza będzie objawiać się zmniejszeniem dźwięków wywołanych oporem (rzężenie, świsty) oraz uruchomieniem zalegającej wydzieliny, transportowanej do górnych dróg oddechowych.

U noworodków i wcześniaków często stosowana jest technika mostu. W technice tej ręką aktywną, jest ta umiejscowiona na klatce piersiowej, zaś ręką obejmującą jamę brzuszną pozostaje nieruchoma, tworząc most nad brzuchem. Brzegi mostu są utworzone przez kciuk i palec wskazujący, które opierają się o ostatnie żebra, co umożliwia wycucie wdechu i wydechu noworodka. Podobnie jak u niemowląt manewr rozpoczynany jest na szczycie wdechu i prowadzony jest do końca wydechu [21].

Skutkiem prawidłowo wykonanego zabiegu są:

- pojawienie się wydzieliny,
- postępowanie wydechowe przy wykonywaniu AFE,
- poprawa w zakresie zmian słuchowych,
- zmniejszenie inercji klatki piersiowej,

- poprawa wyniku RTG klatki piersiowej,
- słyszalny wzrost poziomu dźwięku, któremu towarzyszy uruchamianie wydzieliny (mokry hałas),
- mokry kaszel,
- kaszel po 4-6 aktach AFE,
- poprawa saturacji,
- hałas krtaniowy,
- wibracje wyczuwalne pod ręką leżącą na piersi dziecka [9].

Jak wykazały badania, metoda ta jest jedną z wielu stosowanych technik skracających czas wentylacji mechanicznej noworodków przebywających na oddziałach OIOM i oddziałach pediatrycznych, gdzie leczone są z powodu niewydolności oddechowej i zapalenia płuc. Należy jednak pamiętać, że techniką tą może posługiwać się wyłącznie przeszkolony fizjoterapeuta, lekarz lub pielęgniarka [9].

## **6. 7. Ćwiczenia oddechowe**

Ćwiczenia te mają na celu: utrzymanie prawidłowej wentylacji płuc, zwiększenie ruchomości klatki piersiowej i przepony, zwiększenie siły mięśni oddechowych, pobudzenie efektywnego kaszlu oraz ewakuacji wydzieliny z dolnych dróg oddechowych [16,20].

Metoda ta jest wskazana m.in. w stanach niedodmy, w stanach po operacjach chirurgicznych klatki piersiowej i górnej części brzucha. Ćwiczenia mogą być rozpoczęte, gdy dziecko jest przytomne, wydolne oddechowo i nie występują u niego okresy bezdechu [2].

Ćwiczenia oddechowe są wykonywane podczas normalnego cyklu oddechowego dziecka. Polegają na wspomaganiu fazy wdechu i wydechu poprzez ruch rękoma niemowlęcia. Podczas trwania wdechu wykonuje się wszelkie ruchy mające na celu rozprężenie klatki piersiowej, a więc będą to ruchy wznosu ramion w górę, wznosu ramion w górę skos, odwiedzenia ramion w bok. W trakcie trwania wydechu wykonywane powinny być ćwiczenia, które będą miały na celu zmniejszenie objętości klatki piersiowej i wspomoczenie wydechu. Należą do nich wszelkie ruchy opuszczenia ramion w dół, przywodzenia ramion do linii środkowej ciała.

## 6. 8. Ćwiczenia wspomagane kończyn górnych i dolnych

Ćwiczenia te rozpoczynamy po ukończeniu przez niemowlę 3 miesiąca życia. Podczas gimnastyki niemowlę jest rozebrane, ćwiczenia odbywają się na stole, materacu, lub miękkim kocu. Ruchy powinny być wykonywane delikatnie, wolno, zwiększając wysiłek i zakres ćwiczeń. Nie należy nigdy ćwiczyć po posiłku, kąpieli i po podaniu leków doustnych. Niemowlę może być ćwiczone w pozycjach: leżenia na plecach, leżenia na brzuchu [1].

Wykonując ćwiczenia u dzieci po operacjach kardiochirurgicznych należy pamiętać o mobilizacji krążenia obwodowego oraz symetryczności wykonywania ruchów w stawach ramiennych. Po operacjach z dostępu poprzez sternotomię pośrodkową utrzymuje się pełen ruch zgięcia i odwiedzenia w tył w stawach ramiennych [7].



Fot.7. Ćwiczenia wspomagane ramion - przywiedzenie.



Fot.8. Ćwiczenia wspomagane ramion - odwiedzenie.



Fot.9. Ćwiczenia wspomagane nóg - wyprost.



Fot.10. Ćwiczenia wspomagane nóg - zgięcie.

## 6. 9. Odsysanie

Niektórzy autorzy jako uzupełnienie fizjoterapii oddechowej podają odsysanie.

Odsysanie ma na celu:

- oczyszczenie drzewa oskrzelowego po drenażu,
- ocenę wydzieliny pod względem ilości, zabarwienia,
- pobranie wydzieliny do badania bakteriologicznego,
- w nagłych przypadkach kontrolę czy nie doszło do zatkania rurki intubacyjnej.

Podczas odsysania należy zachować niezbędne zasady aseptyki, monitorować saturację, oraz ciśnienie tętnicze. Należy odpowiednio dobrać grubość cewnika i zwilżyć go, aby ułatwić wprowadzenie. Przed rozpoczęciem odsysania należy podać kilka kropel soli fizjologicznej, aby upłynnić wydzielinę. Proces ten nie powinien trwać dłużej niż 20 s. a częstość wykonywania zabiegu uzależniona jest od gęstości wydzieliny [6,21].

Należy mieć świadomość tego, że odsysanie związane jest z takimi niebezpieczeństwami, jak: przypadkowa ekstubacji, spadek saturacji i bradykardia, odruchowy skurcz oskrzeli, odma opłucnowa, zakażenie dróg oddechowych, zbliznowacenie na wysokości rozdwojenia tchawicy z powstaniem ziarniny [21].

## II

### 7. Hipoteza i pytania badawcze

U dzieci po operacjach korekcyjnych wrodzonych wad serca z użyciem krążenia pozaustrojowego występują powikłania płucne.

1. Jakie są najczęstsze powikłania?
2. Jakie są najczęstsze powikłania u dzieci z wrodzoną wadą serca, a jakie u dzieci, u których chorobą towarzyszącą jest zespół Downa?
3. Czy czas trwania CPB wpływa na stan upowietrzenia płuc dziecka?
4. Czy czas trwania zakleszczenia aorty wpływa na upowietrzenie płuc dziecka?



## 8. Materiał i metody

W grupie 31 dzieci po korekcji ASDII, VSD, AVSD, DORV i F4 w wieku 0-1 r.ż. przeprowadzono analizę wyników zdjęć rentgenowskich klatki piersiowej, wykonywanych w ciągu 5 dni po operacji. Dodatkowo, na podstawie sporządzonego protokołu badań uzyskano dane dotyczące czasu trwania krążenia pozaustrojowego oraz czasu trwania zakleszczenia aorty. Na podstawie otrzymanych informacji wykazano najczęstsze powikłania płucne u tej grupy pacjentów. Następnie dokonano trzech podziałów grupy pacjentów:

1. ze względu na towarzyszenie innej choroby wrodzonej wadzie serca, grupa bez z. Downa – D1, i grupa z z. Downa – D2,
2. ze względu na czas trwania CPB, grupa dzieci CPB1 – czas trwania do 80 min, CPB2 czas trwania powyżej 80 min.,
3. ze względu na czas trwania zakleszczenia aorty, grupa dzieci ZA1 – czas trwania do 40 min., ZA2 – czas trwania powyżej 40 min.

Otrzymane informacje pozwoliły scharakteryzować najczęstsze powikłania płucne u każdej z grup pacjentów oraz umożliwiły potwierdzenie następujących zależności:

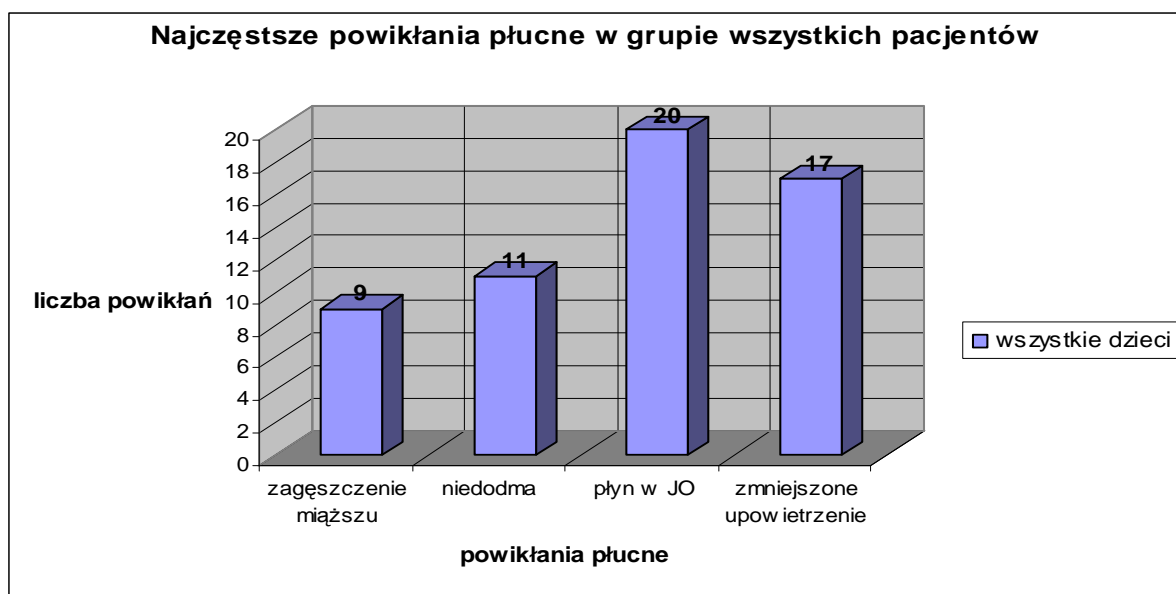
1. pomiędzy czasem trwania CPB, a ilością i rodzajem powikłań płucnych,
2. pomiędzy czasem trwania zakleszczenia aorty, a ilością i rodzajem powikłań płucnych.

## 9. Wyniki

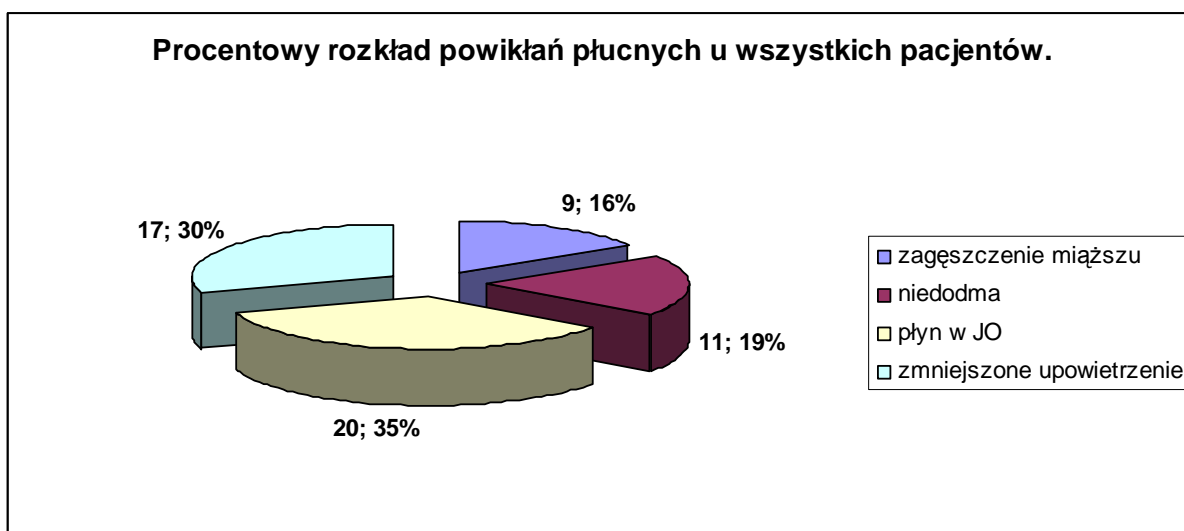
Na podstawie zanalizowanych danych otrzymano następujące wyniki. Wśród 31 analizowanych dzieci, u 24 osób (69%) wystąpiły powikłania płucne, bez powikłań było 7 pacjentów (31%), co stanowiło podstawę do wyłączenia ich z badań. Wyniki umożliwiły odpowiedzenie na następujące pytania badawcze.

### 1. Jakie są najczęstsze powikłania płucne?

Najczęstszym powikłaniem płucnym w grupie pacjentów był płyn w jamie opłucnej. Wystąpił u 20 osób, co stanowi 35%. Najmniej spotykane było zagęszczenie miąższu płucnego, bo tylko u 9 osób (16%). Kolejnymi powikłaniami płucnymi zaobserwowanymi u tychże pacjentów była niedodma – 11 osób (19%) i zmniejszone upowietrzenie płuca – 17 osób (30%).



Wykres 1. Zestawienie powikłań płucnych wśród wszystkich pacjentów. JO- jama opłucnej.



Wykres 2. Procentowy rozkład powikłań płucnych u wszystkich pacjentów. JO – jama opłucnej.

## 2. Jakie są najczęstsze powikłania u dzieci z wrodzona wadą serca, a jakie u dzieci, u których chorobą towarzyszącą jest zespół Downa?

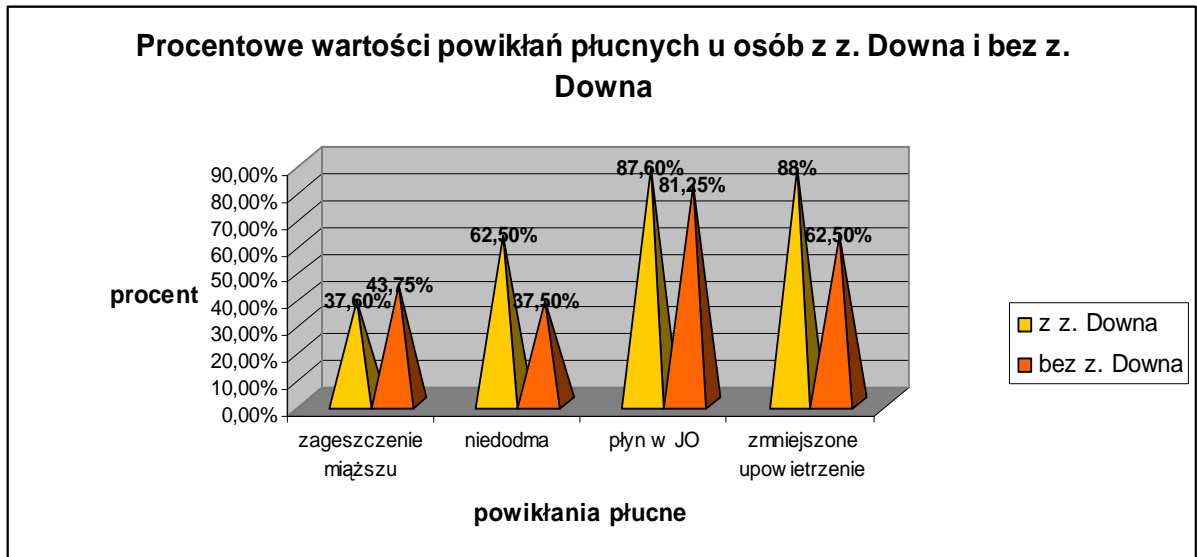
Wśród pacjentów w grupie D1 – bez z. Downa, najczęściej pojawiał się płyn w jamie opłucnej – 13 osób (81,25%). Najrzadziej spotykano niedodmę – 6 osób (37,50%). Innymi powikłaniami było: zagęszczenie mięszu płucnego 7 osób (43,75%) oraz zmniejszenie upowietrzenia tkanki płucnej – 10 osób. (62,50%).

W grupie D2 – z z. Downa, najwięcej było pacjentów z płynem w jamie opłucnej – 7 osób (87,60%) i zmniejszonym upowietrzeniem tkanki płucnej – 7 osób (87,60%). Najmniej pacjentów cierpiało na zagęszczenie mięszu płucnego – 3 osób (37,60%). Dodatkowym powikłaniem była niedodma, która wystąpiła u 5 osób, co stanowiło 62,50%.

Nazwa Grupy	Powikłania płucne			
	Zagęszczenie mięszu płucnego	Niedodma	Płyn w jamie opłucnej	Zmniejszone upowietrzenie tkanki płucnej
D1 – bez z. Downa	7	6	13	10
D2 – z z. Downa	3	5	7	7

Tabela 2. Ilościowe zestawienie powikłań płucnych u pacjentów z z. Downa i bez z. Downa.

Na podstawie otrzymanych wyników nie stwierdzono korelacji pomiędzy istnieniem zespołu Downa a ilością powikłań płucnych w tej grupie pacjentów. Współczynnik korelacji wyniósł 0,714415, gdzie  $r_k - 0,811$ ,  $p < 0,005$ . Hipoteza została odrzucona.



Wykres 3. Procentowe wartości powikłań płucnych u osób z zespołem Downa i bez z. Downa. JO- jama opłucnej.

### 3. Czy czas trwania CPB wpływa na stan upowietrzenia płuc dziecka?

Następnie grupę pacjentów podzielono pod względem długości trwania CPB. Pacjentów zgromadzono w dwie grupy: CPB1 – czas trwania CPB mniej niż 80 min., CPB2 – czas trwania CPB dłuższy niż 80 min.

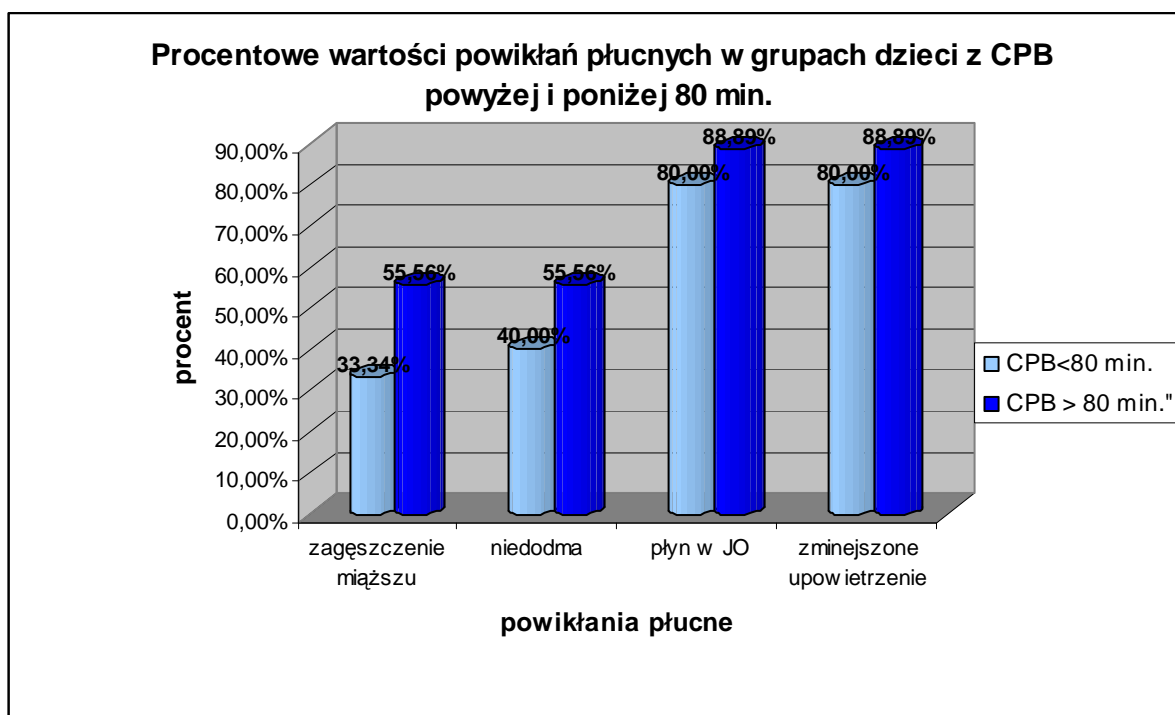
W grupie CPB1 zebrano następujące wyniki. Najczęstszym powikłaniem płucnym był płyn w jamie opłucnej, jak również zmniejszone upowietrzenie płuca. Wystąpiły one u 12 osób, co stanowiło 80,00% powikłań w grupie. Najrzadziej spotykanym powikłaniem u tej grupy pacjentów było zagęszczenie miąższu płucnego – 5 osób (33,34%). Pacjentów z niedodmą było 6 – 40,00%.

W grupie CPB2 – gdzie czas trwania był dłuższy niż 80 min., najczęściej spotykanymi powikłaniami płucnymi były: płyn w jamie opłucnej oraz zmniejszone upowietrzenie płuca – 8 osób (88,89%). Zagęszczenie miąższu płucnego oraz niedodma wystąpiły u najmniejszej ilości osób - 5, co stanowiło (55,56%).

Nazwa Grupy	Powikłania płucne			
	Zagęszczenie miąższu Płucnego	Niedodma	Płyn w jamie opłucnej	Zmniejszone upowietrzenie tkanki płucnej
CPB1– mniej niż 80 min.	5	6	12	12
CPB2 – więcej niż 80 min.	3	5	8	8

Tabela 3. Ilościowe zestawienie powikłań płucnych u pacjentów z CPB powyżej i poniżej 80 min. CPB – czas trwania krążenia pozaustrojowego.

Na podstawie wyliczeń statystycznych oceniono, że czas trwania krążenia pozaustrojowego ma wpływ na ilość powikłań płucnych w grupie, gdzie  $r = 0,994146$ ,  $r_k = 0,811$ ,  $p < 0,05$ .



Wykres 4. Procentowe wartości powikłań płucnych w grupach dzieci z CPB powyżej i poniżej 80 min. CPB – czas trwania krążenia pozaustrojowego. JO- jama opłucnej.

#### 4. Czy czas trwania zakleszczenia aorty wpływa na upowietrzenie płuc dziecka?

Kolejny podział pacjentów został dokonany na podstawie długości trwania zakleszczenia aorty. Uzyskano dwie grupy – ZA1 – zakleszczenie trwające mniej niż 40 min., oraz ZA2 – zakleszczenie aorty trwające dłużej niż 40 min. Otrzymano następujące wyniki.

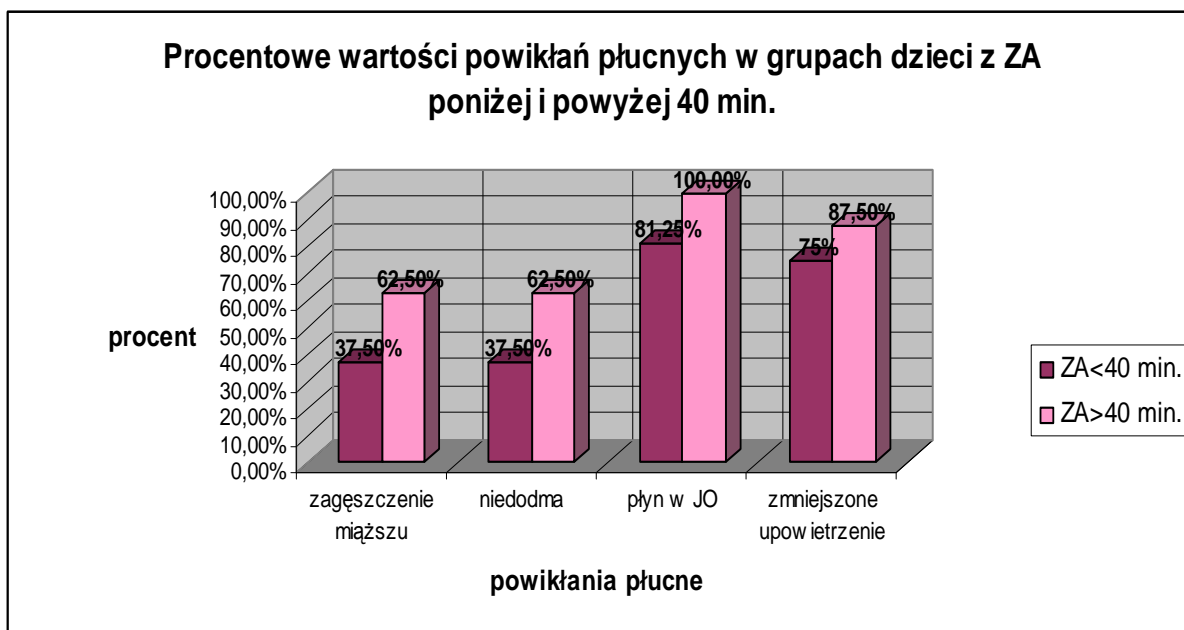
W grupie ZA1 – najwięcej było pacjentów z płynem w jamie opłucnej – 13 osób (81,25%). Najmniej osób miało zagęszczenie miąższu płucnego i niedodmę – 6 osób (37,50%). Spotykanym powikłaniem płucnym w tej grupie było również zmniejszone upowietrzenie tkanki płucnej – 11 osób (75%).

W grupie ZA2 – najczęściej spotykanym powikłaniem był płyn w jamie opłucnej i zmniejszone upowietrzenie tkanki płucnej – 8 osób (100%). Najrzadziej spotykanymi powikłaniami były zagęszczenie miąższu płucnego i niedodma, które wystąpiły u 5 osób (62,50%) w grupie. W tej grupie pacjentów spotykano również zmniejszone upowietrzenie tkanki płucnej – 7 osób, co stanowiło 87,50% w grupie.

Nazwa Grupy	Powikłania płucne			
	Zagęszczenie miąższu Płucnego	Niedodma	Płyn w jamie opłucnej	Zmniejszone upowietrzenie tkanki płucnej
ZA– mniej niż 40 min.	5	6	12	12
Za – więcej niż 40 min.	6	6	13	12

Tabela 4. Ilościowe zestawienie powikłań płucnych u pacjentów z ZA poniżej i powyżej 80 min. ZA – czas zakleszczenia aorty.

Na podstawie badań statystycznych starano się dowieść, że czas trwania zakleszczenia aorty wpływa na ilość powikłań w grupie pacjentów. Hipoteza ta została potwierdzona, gdyż współczynnik korelacji wyniósł 0,986041, gdzie  $r_k = 0,811$ ,  $p < 0,05$ .



Wykres 5. Procentowe wartości powikłań płucnych w grupach dzieci z ZA poniżej i powyżej 40 min. ZA – czas zakleszczenia aorty, JO – jama opłucnej.

## **10. Dyskusja i wnioski**

### **1. Jakie są najczęstsze powikłania płucne?**

Na podstawie przeprowadzonych przeze mnie badań wykazałam, że najczęściej spotykanymi powikłaniami płucnymi są zagęszczenie miąższu płucnego, niedodma, płyn w jamie opłucnej oraz zmniejszenie upowietrzenia tkanki płucnej. Najwięcej pacjentów było z płynem w jamie opłucnej – 35% wszystkich powikłań. Najrzadziej spotykano zagęszczenie miąższu płucnego (16%). Wynikało to z faktu, że w czasie zakleszczenia aorty nie płynie krew przez płuca. Dochodzi wówczas do zapoczątkowania odpowiedzi organizmu, która jest podobna do odpowiedzi na reakcję zapalną, wtedy to w wyniku aktywacji neutrofilii, dochodzi do zwiększenia przepuszczalności błony pęcherzykowo-łośniczkowej, co skutkuje wnikaniem osocza do tkanki płucnej i gromadzenia się płynu w pęcherzykach [13,14].

### **2. Jakie są najczęstsze powikłania u dzieci z wrodzoną wadą serca, a jakie u dzieci, u których chorobą towarzyszącą jest zespół Downa?**

Opierając się na uzyskanych wynikach można uznać, że liczba powikłań w grupie pacjentów z Downem, była większa niż w grupie dzieci bez z. Downa. Jednakże współczynnik korelacji był mniejszy niż  $r_k$ , dla  $p < 0,05$ , więc nie można przyjąć, że ta choroba ma wpływ na ilość powikłań. W dostępnej literaturze również nie znaleziono potwierdzenia, że zespół Downa ma wpływ na ilość powikłań płucnych po operacji. Badacze donoszą także, że współistnienie tej choroby nie ma wpływu na odległe wyniki leczenia[4,5,17].

### **3. Czy czas trwania CPB wpływa na stan upowietrzenia płuc dziecka?**

Według opracowanych przeze mnie statystycznie wyników, można przyjąć hipotezę, że czas trwania CPB powyżej 80 min. ma istotny wpływ na ilość powikłań płucnych w grupie pacjentów. Należy pamiętać, że podczas trwania krążenia pozaustrojowego krew nie przepływa przez płuca, a więc pozostają one cały czas niedotlenione, co skutkuje gorszym upowietrzeniem tkanki płucnej. Tak też było w grupie, gdzie CPB



trwało dłużej niż 80 min. Płyn w jamie opłucnej oraz zmniejszenie upowietrzenia płuca stanowiły 88,89% w grupie.

#### **4. Czy czas trwania zakleszczenia aorty wpływa na upowietrzenie płuc dziecka?**

Wśród przebadanej grupy pacjentów uzyskano wyniki mówiące o tym, że czas zakleszczenia aorty ma istotny wpływ na ilość powikłań płucnych. Czynniki korelacji były wyższe od  $r_k = 0,811$ ,  $p < 0,05$  i wynosił 0,986041. Czas trwania zakleszczenia aorty dłuższy niż 40 min., powodował zwiększenie się ilości powikłań płucnych. Najczęściej spotykanym powikłaniem był płyn w jamie opłucnej (100%) i zmniejszenie upowietrzenia tkanki płucnej (87,50%). Wyniki te potwierdzone są w literaturze, w której opisana jest reakcja układu oddechowego na operację w krążeniu pozaustrojowym często utożsamianą ze stanem zapalnym.

Pozostaje jeszcze odpowiedź na pytanie, jaką rolę spełnia fizjoterapia w terapii tych dzieci. Niektórzy autorzy donoszą, że niektóre zabiegi fizjoterapeutyczne mogą mieć niekorzystny wpływ na leczenie niemowląt z problemami w układzie oddechowym.

Crane w swoich spostrzeżeniach mówi między innymi o pozycjach ułożeniowych i drenażu oskrzelowym. Wskazuje, że niektóre pozycje stosowane w tej metodzie, takie jak pozycja „głową w dół”, może przyczyniać się do wzrostu ciśnienia krwi tętniczej oraz zmian w ciśnieniu parcjalnym tlenu we krwi włosniczkowej. Powołuje się również na badania mówiące o wpływie pozycji ułożeniowej, w jakiej jest położone dziecko na pojemność całkowitą płuc. Największa pojemność całkowita płuc jest w pozycji pionowej, mniejsza w leżeniu na plecach, a najmniejsza w pozycji Trendelenburga [6].

Następnymi metodami, które zostały przebadane, są opukiwanie i odsysanie. Naukowcy zauważyli spadek ciśnienia parcjalnego tlenu oraz dwutlenku węgla, a także wzrost przepuszczalności bariery pęcherzykowo-włosniczkowej po wykonanym zabiegu.

Z kolei inni badacze w swoich badaniach wskazują na poprawę prężności tlenu, a nawet jeśli odnotowywali zmiany we wskaźniku ciśnienia krwi i prężności tlenu, to zauważali, że po ok. 60 min, wszystkie te wartości wracały do normy [6].

Curran i Kachoyeanos badali zabieg wibracji wykonany smoczkiem, w porównaniu do wibracji wykonanej przy pomocy osłoniętej elektrycznej szczoteczki do zębów. Odkryli, że metoda z użyciem szczoteczki przyniosła lepsze skutki w postaci poprawy wskaźnika ciśnienia parcjalnego tlenu, kolorycie skóry oraz czystszych szmerów oddechowych płuc. Potwierdzono również pozytywny wpływ zastosowanej fizjoterapii na stan upowietrzenia płuc u dzieci z problemami oddechowymi [6].

Natomiast jeśli chodzi o zabieg odsysania, badacze wskazują na możliwość wystąpienia hiperwentylacji po zabiegu. Dodatkowo zauważają, że hiperwentylacja u niemowląt zaintubowanych i wentylowanych mechanicznie może prowadzić do wtórnego wystąpienia hiperksemii.

Reines w swoich badaniach na przydatnością fizjoterapii u dzieci z problemami oddechowymi dowodzi, że istnieje powiązanie pomiędzy zastosowaniem zabiegów fizykalnych a wystąpieniem niedodmy u dzieci po operacjach kardiochirurgicznych. Jednakże wielu autorów wskazuje na bardzo małą ilość informacji na ten temat. Sugerują, iż potrzeba więcej badań na randomizowanych grupach, które mogłyby jednoznacznie odpowiedzieć na pytanie, jaką rolę odgrywają zabiegi fizjoterapeutyczne w procesie leczenia dzieci ze schorzeniami układu oddechowego [22].

### III

## 11. Zakończenie

W pracy tej przedstawiono aktualną wiedzę na temat opieki nad niemowlętami, które przeszły operację korekcyjną wrodzonej wady serca w krążeniu pozaustrojowym. Opisano charakterystyczny stan małego pacjenta, jak również zagrożenia, na jakie narażony jest on po zabiegu kardiochirurgicznym. Następnie przedstawiono metody fizjoterapeutyczne, jakimi dysponuje rehabilitant, do którego zgłasza się dziecko po operacji.

W części badawczej odpowiadano na postawioną hipotezę i pytania badawcze. Wyznaczono najczęstsze powikłania płucne u przebadanych dzieci. Potwierdzono wpływ czasu trwania CPB i zakleszczenia aorty na ilość powikłań płucnych. Stwierdzono, że mimo iż, u osób z zespołem Downa spotyka się więcej powikłań płucnych, to nie występuje korelacja pomiędzy powikłaniami w układzie oddechowym a współistnieniem tej choroby.

Na koniec podjęto dyskusję na temat przydatności fizjoterapii na oddziałach kardiochirurgicznych i stwierdzono, że aby odpowiedzieć na to pytanie, potrzeba dalszych, bardziej szczegółowych doświadczeń, przeprowadzonych na większej liczbie pacjentów. W literaturze, w opisywanych badaniach dzieci były zaintubowane i wspomagane oddechowio, a więc trudno było ocenić, na ile poprawa w stanie ogólnym dziecka była odpowiedzią na zastosowane zabiegi, a na ile była efektem zastosowanej mechanicznej wentylacji. Potrzeba narzędzi, które mogłyby jednoznacznie potwierdzić lub zaprzeczyć pozytywnemu wpływowi fizjoterapii na stan pacjenta.

Wiadomym jest, że badania przeprowadzane przeze mnie dotyczyły bardzo małej grupy pacjentów, ponieważ były to niemowlęta, które przeszły operację z użyciem krążenia pozaustrojowego. W pozyskiwaniu wyników posiłkowałam się jedynie zdjęciami radiologicznymi klatki piersiowej. W przyszłości można by pokusić się o rozszerzenie badań na tym polu z użyciem danych pochodzących np: z gazometrii. Jednakże jest to temat do dalszych rozważań nad wczesną fizjoterapią oddechową u niemowląt po korekcjach wrodzonych wad serca.

## 12. Spis rycin

- Ryc.1.** Mobilizacja wydzieliny poprzez wzmożony wydech. Crane L. Physical therapy for neonates with respiratory dysfunction. *Physical Therapy*, 1981, 61, 12; 1764-1773, str. 7.
- Ryc.2.** Głębokość wnikania do dróg oddechowych kropelek areozolu w zależności od ich średnicy. Mika T, Kasprzak W. *Fizykoterapia*. Warszawa: PZWL, 2001, str. 29.
- Ryc.3.** Sprzęt do opukiwania. Oberwaldner B. Physiotherapy for airway clearance in paediatrics. *Eur. Respir. J.* 2000;15, 196-204, str. 34.

### 13. Spis skrótów

- ACT** – Activated coagulation time – Aktywowany czas krzepnięcia
- AFE** – Augmentation du Flux Expiratoire – Zwiększanie przepływu wydechowego
- AS** – Aortic stenosis – Zwężenie zastawki aortalnej
- ASD** – Atrial septal defect – Ubytek w przegrodzie międzyprzedsionkowej
- AVSD** – Atrioventricular septal defect – Wspólny kanał przedsionkowo-komorowy
- CoA** – Coarctation of the aorta – Zwężenie cieśni aorty
- CPB** – Cardiopulmonary bypass – Krążenie poazustrojowe
- DHCA** - Deep hypothermic circulatory arrest – Zatrzymanie akcji serca w głębokiej hipotermii
- DORV** – Double outlet right ventricle – Dwuuściowa prawa komora
- FRC** – Functional residual capacity – Czynnościowa pojemność zalegająca
- HLHS** – Hypoplastic left heart syndrome – Zespół niedorozwoju lewego serca
- PA** – Pulmonary atresia – Atrezja zastawki płucnej
- PDA** – Patent ductus arteriosus – Przetrwwały przewód tętniczy
- PVR** – Pulmonary vascular resistance – Opór naczyń płucnych
- RDS** – Respiratory distress syndrome – Zespół zaburzeń oddychania
- SIRS** – Systemic inflammatory response syndrom – uogólniona zapalna reakcja organizmu
- SV** – Single ventricle – serce jednokomorowe
- TAPVD** – Total anomalous pulmonary vein drainage – całkowity nieprawidłowy spływ żył płucnych
- TAC** – Truncus arteriosus communis – Wspólny pień tętniczy
- TGA** – Transposition of great arteries – Przełożenie wielkich pni tętniczych
- ToF** – Tetralogy of Fallot – Tetralogia Fallota
- TVA** – Tricuspid valve atresia – Atrezja zastawki trójdzielnej
- VSD** – Ventricular septal defect – Ubytek w przegrodzie międzykomorowej

## 14. Spis tabel

**Tabela 1.** Parametry oddechowe u noworodka i człowieka dorosłego. Eliaz G.

Kinezyterapia oddechowa u dzieci. Rehabilitacja w praktyce, Elamed, 2008, 1, 25-27, str. 11.

**Tabela 2.** Ilościowe zestawienie powikłań płucnych w grupie pacjentów z z. Downa i bez z. Downa, str.43.

**Tabela 3.** Ilościowe zestawienie powikłań płucnych u pacjentów z CPB poniżej i powyżej 80 min, str. 45.

**Tabela 4.** Ilościowe zestawienie pacjentów z ZA poniżej i powyżej 40 min, str. 46.

## **15. Spis wykresów**

**Wykres 1.** Zestawienie powikłań płucnych wśród wszystkich pacjentów, str. 42.

**Wykres 2.** Procentowy rozkład powikłań płucnych w grupie wszystkich pacjentów, str.43.

**Wykres 3.** Procentowe wartości powikłań w grupach z zespołem Downa i bez z. Downa, str. 44.

**Wykres 4.** Procentowe wartości powikłań płucnych w grupach dzieci z CPB powyżej i poniżej 80 min, str. 45.

**Wykres 5.** Procentowe wartości powikłań płucnych w grupach dzieci z ZA poniżej i powyżej 40 min, str. 47.

## 16. Spis zdjęć

- Fot.1.** Pozycja ułożeniowa dla segmentów podstawowych przednich obu dolnych płatów płucnych, str. 32.
- Fot.2.** Pozycja ułożeniowa dla segmentów podstawowych tylnych obu dolnych płatów płucnych, str. 32.
- Fot.3.** Pozycja ułożeniowa dla segmentu podstawowego bocznego dolnego lewego płata płucnego, str. 33.
- Fot.4.** Pozycja ułożeniowa dla segmentów szczytowych obu dolnych płatów płucnych, str. 33.
- Fot.5.** Pozycja ułożeniowa dla segmentu szczytowego prawego górnego płata i szczytowo - tylnego segmentu lewego górnego płata płucnego, str. 33.
- Fot.6.** Pozycja ułożeniowa dla przednich segmentów obu górnych płatów płucnych, str. 33.
- Fot.7.** Ćwiczenia wspomagane ramion – przywiedzenie, str. 38.
- Fot.8.** Ćwiczenia wspomagane ramion – odwiedzenie, str. 38.
- Fot.9.** Ćwiczenia wspomagane nóg – wyprost, str. 38.
- Fot.10.** Ćwiczenia wspomagane nóg – zgięcie, str. 38.



## 17. Piśmiennictwo

1. Alkiewicz J. Aerozoloterapia i rehabilitacja układu oddechowego u dzieci. Poznań: Akademia Medyczna im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu; 1995.
2. Balachandran A, Shvibalan So, Thangavelu S. Chest physiotherapy in pediatric practice. *Indian pediatrics* 2005; 42:559-568.
3. Bandla HPR, Hopkins RL, Beckerman RC, Gozal D. Pulmonary risk factors compromising postoperative recovery after surgical repair for congenital heart disease. *Chest* 1999; 116:740-747.
4. Boening A, Scheewe J, Heine K i wsp.: Long-term Results after surgical correction of atrioventricular septal defects. *Eur J Cardiothorac Surg* 2002; 22:167-173.
5. Calderón - Colmenero J, Flores A, Ramírez S, Patiño-Bahena E i wsp.: Surgical treatment results of congenital defects in children with Down's Syndrome. *Arch Cardiol Mex.* 2004; 74: 39-44.
6. Crane L. Physical therapy for neonates with respiratory dysfunction. *Physical Therapy* 1981; 61:1764-1773.
7. Dominiak P. Miejsce fizjoterapii w kompleksowym leczeniu dziecka z wadą wrodzoną serca. *Fizjoterapia* 2001; 9:87-90.
8. Dominiak P, Knap J, Wronecki K. Fizjoterapia wewnątrzszpitalna dzieci w wieku 0-2 lat po zabiegach kardiochirurgicznych. *Fizjoterapia* 1998; 6:13-16.
9. Elias G. Kinezyterapia oddechowa u dzieci. *Rehabilitacja w praktyce* 2008; 1: 25-27.
10. Ereciński J, redd. Kardiologia dziecięca. Skrypt dla studentów IV, V, VI roku Wydziału Lekarskiego, Gdańsk, Dział wydawnictw AMG; 2004.
11. Felcar JM, Guitti JC, Marson AC, Cardoso JR. Preoperative physiotherapy in prevention of pulmonary complications in pediatric cardiac surgery. *Rev Bras Cir. Cardiovasc* 2008; 23: 383-388.
12. Goraieb L, Croti U, Perez Orrico S, Rincon O, Braile D. Changes in pulmonary function after surgical treatment of congenital heart disease with pulmonary hyperflow. *Arq Bras Cardiol* 2008; 91:70-76.
13. Karolczak MA, redd. Wykłady o sercu i kardiologii wad wrodzonych. Lublin, Czelej; 2008.

14. Kirklin / Barratt- Boyes, editors. Cardiac Surgery. III wyd., Volume 1, Churchill Livingstone; 2003.
15. Kubicka K, Kawalec W. Zasady postępowania diagnostyczno-terapeutycznego w wadach wrodzonych serca u dzieci. Medipress Peditria 1996; 2: 12-21.
16. Kwolek A, redd. Rehabilitacja medyczna. Tom II. Wrocław: Urban & Partner; 2007.
17. Masuda M, Kado H, Tanoue Y i wsp. Does Down syndrome affect the long-term results of complete atrioventricular septal defect when the defect is repaired during the first year of live. Eur. J. Cardiothorac. Surg. 2005; 27: 405-409.
18. Mika T, Kasprzak W. Fizykoterapia. Warszawa: PZWL; 2001.
19. Oberwaldner B. Physiotherapy for airway clearance in paediatrics. Eur. Respir. J. 2000; 15:196-204.
20. Ostiak W, Stoińska B, Gadzinowski J. Stymulacja oraz wczesne usprawnianie wcześniaków w oddziale patologii noworodka. Rehabilitacja medyczna 2003; 7:41-49.
21. Plewka A. Fizjoterapia po operacjach kardiochirurgicznych niemowląt. Warszawa, Akademia Medyczna w Warszawie; 2006.
22. Reines HD, Robert M, Sade RM, Bradford BF, Marshall J. Chest physiotherapy fails to prevent postoperative atelectasis in children after cardiac surgery. Ann. Surg. 1982; 195: 451-455.
23. Schechter MS. Airway clearance application in infants and children. Respiratory Care 2007; 52:1382-1391.
24. Shi S, Zhao ZY, Liu X i wsp. Perioperative risk factors prolonged mechanical ventilation following cardiac surgery in neonates and young infants. Chest 2008; 134:168-774.
25. Stayer SA, Diaz LK, East DL i wsp. Changes in respiratory mechanics among infants undergoing heart surgery. Anesth Analg 2004; 98:49-55.
26. Wróblewska-Kałużewska M, redd. Zarys kardiologii wieku rozwojowego. Warszawa, Akademia Medyczna w Warszawie; 2004.
27. Zasłonka J, Jaszewski R, Janicki S, redd. Wybrane zagadnienia z chirurgii serca, naczyń i klatki piersiowej. Tom CCXIX. Dział Wydawnictw i Poligrafii Akademii Medycznej w Łodzi; 1996.

## 18. Załączniki

### Załącznik 1. Protokół do badań naukowych

- Imię i nazwisko dziecka:
  - Nr księgi głównej:
  - Data i nr operacji:
  - Wiek dziecka w momencie operacji:
  - Płeć:
  - Ocena dziecka w skali Apgar: (1,3,5 i 10 min.)
- 
- W razie niepełnej oceny: (które cechy ocenione na niepełne):
    - ✓ Kolor skóry,
    - ✓ Puls,
    - ✓ Reakcja na bodźce,
    - ✓ Napięcie mięśni,
    - ✓ Oddychanie.
  - Rozpoznanie, z jakim skierowano dziecko na operację:
- 
- Wady towarzyszące głównej wadzie serca:
    - ✓ Wady genetyczne,
    - ✓ Wady układu oddechowego: wrodzona rozedma płatowata, niedorozwój płuca lub oskrzela, torbiele płuc,
    - ✓ Wady prowadzące do niewydolności oddechowej lub stanowiące ognisko zakażenia.
- 
- Waga dziecka w momencie operacji:
  - Rodzaj operowanej wady serca:
  - Rodzaj dostępu operacyjnego: sternotomia
  - Długość trwania CPB (min.):
  - Czas zakleszczenia aorty (min.):
  - Długość trwania intubacji;
  - Obecność trwania infekcji przed operacją:

- Dreny w klatce piersiowej (+ ewentualnie w jamie brzusznej) [opłucna/e + mostek], „-,-nie obecny, „+”- obecny.

Dzień po operacji	Opłucna/e (L/P)	Jama brzuszna	Mostek
I			
II			
III			
IV			
V			

L.p.	RTG płuc	Satura- cja	Tętno	Gazome- -tria	Ciśnienie krwi	Stan pacjenta będący skutkiem operacji	Uwagi
„O” – przed operacją							
I – bezpośredni o po operacji serca							
II – 24 h po operacji serca							
III – 48 h po operacji serca							
IV – 72 h po operacji serca							
V - dzień							

Z - zagęszczenie miąższu płucnego, N – niedodma, P – płyn w jamie opłucnej, U – zmniejszone upowietrzenie tkanki płucnej.