

**dr n. med. Małgorzata Anna CZAJKOWSKA^{a,b}, Prof. dr hab. n. med. Jacek RUDNICKI^c
dr n. med. Joanna PIERZAK-SOMINKA^d**

^a Spółdzielnia Pracy Lekarzy Specjalistów MEDICUS w Szczecinie / ^b Przychodnia Medyczna PRAMED w Szczecinie
Medical Labour Cooperative MEDICUS of Medical Specialists in Szczecin / Dispensary PRAMED in Szczecin

^c Pomorski Uniwersytet Medyczny, Wydział Nauk o Zdrowiu, Zakład Nauk Humanistycznych w Medycynie
Pomeranian Medical University, Faculty of Health Sciences, Department of Humanities in Medicine

^d Pomorski Uniwersytet Medyczny, Zakład Higieny, Epidemiologii i Zdrowia Publicznego
Pomeranian Medical University, Department of Hygiene, Epidemiology and Public Health

ANALIZA PARAMETRÓW FALI TĘTNA DLA NOWORODKA PODCZAS BRADYKARDII – PRZYPADEK KAZUISTYCZNY

Streszczenie

Wstęp i cele: W pracy przedstawiono analizę saturacji, tętna i amplitudy fali tętna w pulsoksymetrii noworodków podczas występowania bradykardii. Głównym celem pracy jest analiza parametrów fali tętna dla wybranych dwóch noworodków.

Materiał i metody: Materiał stanowiło odpowiednio 6 zdarzeń dla noworodka z grupy badanej oraz 6 zdarzeń dla noworodka z grupy kontrolnej (tj. obrazy z monitora *Infinity Vista XL*). Zastosowano metodę analityczną, graficzną, numeryczną, i statystyczną. W opracowaniu materiału wykorzystano programy *Gateway Suite* firmy *Dräger Medical*, *Corel Photo-Paint*, *MS-Excel* oraz *Statistica*.

Wyniki: U noworodka z bradykardią, gdzie spadek czynności serca dochodzi do 79 [bpm] następuje zmniejszony wyrzut minutowy krwi w kierunku naczyń obwodowych. Prowadzi to do włączenia się mechanizmów wyrównawczych mikrokrążenia, a więc rozszerzenia naczyń prekapilarnych i zwiększenia objętości przepływającej krwi, co z kolei objawia się wzrostem amplitudy fali tętna w pulsoksymetrii. Istotny brak wzrostu amplitudy fali tętna u noworodka z grupy kontrolnej prawdopodobnie wynika z tego, że niewielka bradykardia nie wpływa na uruchomienie mechanizmów kompensacyjnych w naczyniach peryferyjnych.

Wniosek: U noworodka z bradykardią, przy spadku czynności serca do 79 [bpm] następuje zmniejszony wyrzut minutowy krwi w kierunku naczyń obwodowych. Fakt ten oznacza wzrost amplitudy fali tętna w pulsoksymetrii.

Słowa kluczowe: Neonatologia, pulsoksymetria, bradykardia, fala pulsu, parametry.

(Otrzymano: 01.03.2016; Zrecenzowano: 10.03.2016; Zaakceptowano: 15.03.2016)

ANALYSIS OF PULSE WAVE PARAMETERS FOR NEWBORN DURING BRADYCARDIA - CASUISTIC CASE

Abstract

Introduction and aims: The paper presents some analysis of saturation, pulse rate and pulse wave amplitude in newborn pulse oximetry during bradycardia. The main aim of the study is analysis of pulse wave parameters for two selected newborns.

Material and methods: The material includes 6 events for newborn in study group and 6 events for newborn in control group (i.e. images from a monitor *Infinity Vista XL*). The analysis, graphical, numerical and statistical methods have been used in the paper. In the study have been applied some programs as *Gateway Suite* of *Dräger Medical Company*, *Corel Photo-Paint* and *MS-Excel*.

Results: In newborn with bradycardia, wherein a decrease in heart rate reaches 79 [bpm] shall be reduced ejection minutes of blood in the peripheral vessels. This leads to the inclusion of a compensation mechanism microcirculation, thus extending the precapillaries and increase the blood flow volume, which is manifested by an increase in the amplitude of the pulse wave pulse oximetry. No significant increase in the amplitude of the pulse wave in the newborn control group may be due to the fact that a slight bradycardia not affect the start of compensation mechanisms in peripheral vessels.

Conclusion: In newborn with bradycardia, where a decrease in heart rate to 79 [bpm] shall be reduced ejection minutes of blood in the peripheral vessels. This fact means by an increase in the amplitude of the pulse wave pulse oximetry.

Keywords: Neonatology, pulse oximetry, bradycardia, pulse wave, parameters.

(Received: 01.03.2016; Revised: 10.03.2016; Accepted: 15.03.2016)

1. Wstęp i cele

Prawidłowa czynność serca noworodka waha się od 120 [bpm] do 160 [bpm]. Z bradykardią mamy do czynienia wtedy, gdy akcja serca spada poniżej 120 [bpm]. Celem pracy jest zbadanie parametrów fali tętna dla przypadku wystąpienia bradykardii jednego noworodka z grupy badanej jak i jednego – z grupy kontrolnej. Zasady pulsoksymetrii zaczerpnięto z prac [4], [5], [8], [10], [11]. W analizie numerycznej uwzględniono takie parametry jak: amplitudę, odstęp, długość i chybkność fali tętna oraz pole pod falą tętna [2].

2. Materiał i metody

Materiał badawczy stanowiły obserwowane i zanotowane zdarzenia z monitora *Infinity Vista XL* dla dwóch noworodków płci męskiej (jeden z grupy badanej i drugi z grupy kontrolnej) urodzonych w roku 2011 w Klinice Patologii Noworodka Pomorskiego Uniwersytetu Medycznego w Szczecinie. W badaniach zastosowano metodę wywiadu medycznego, metody techniczne (monitor *Infinity Vista XL* i oprogramowanie *Infinity Gateway Suite VF6* firmy *Medical Dräger*), metody graficzne (*Corel PhotoPaint XL*), metody numeryczne (*MS-Excel*, *Mathematica*) oraz metody statystyczne (*Statistica*) [2].

3. Przypadek bradykardii u noworodka z grupy badanej

3.1. Dane noworodka

Noworodek z ciąży bliźniaczej (pierwszy) urodzony przez cięcie cesarskie (poród pośladowy). U matki wada serca i w 22 tyg. Hbd ZUM (*Klebsiella pneumoniae*), leczona antybiotykiem. Noworodek urodzony w 27 tyg. ciąży. Noworodek miał 7 punktów w 1 min., 9 punktów w 3 min. i 9 punktów w 5 min, w skali APGAR. Masa urodzeniowa wynosiła 1220 g, długość ciała 37 cm, obwód główki 27 cm i obwód klatki piersiowej 23 cm [2].

3.2. Wyniki badań numerycznych noworodka

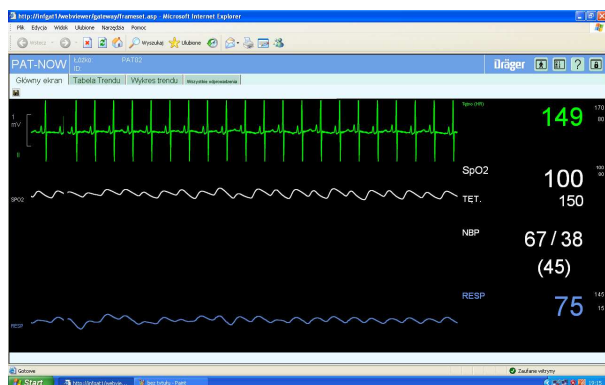
Dla noworodka z grupy badanej, wykresy fali tętna (ujęte na ekranie monitora *Infinity Vista XL* i w oprogramowaniu *Gateway Suite* firmy *Dräger Medical* na ekranie komputera) w sytuacji bez obserwowanej bradykardii przedstawiono na rysunkach 1, natomiast wykresy fali tętna ujęte podczas bradykardii pokazano na rysunkach 2-6. Natomiast wyniki badań numerycznych wyszczególnione oddzielnie odpowiednio dla amplitudy A_1 , chybkności Ch_1 , odstepu O_1 i długości łuku fali tętna L_1 oraz pola pod falą tętna P_1 przedstawiono na rysunkach 7-12. Zestawienie wyników badań numerycznych dla amplitudy A_1 , chybkności fali tętna Ch_1 , odstepu fali tętna O_1 , długości łuku fali tętna L_1 oraz pola pod falą tętna P_1 ukazano na rysunku 13.

Tab. 1. Opracowanie danych statystycznych dla noworodka z grupy badanej

Tab. 1. Elaboration of statistical data for the newborn from the test group

	Saturacja	Amplituda	Chybkność	Odstęp $\times 10$	Dł. łuku $\times 10$	Pole $\times 10$	Tętno
min. – max.	70 – 100	5,2 – 20,0	1,19 – 2,03	1,20 – 2,12	1,49 – 4,21	2,92 – 19,98	109 – 150
$Q_1 - Q_3$	84,25 – 89,50	15,7 – 19,37	1,72 – 1,95	1,8 – 2,1	3,54 – 4,17	14,67 – 19,8	123 – 140
Średnia arytmetyczna	86,167	15,883	1,373	1,857	3,552	15,498	132
Mediana	86,500	17,500	1,885	1,955	3,955	18,055	136
Odchylenie standardowe	9,766	5,533	0,309	0,355	1,052	6,607	15,02
Współczynnik korelacji	\times	-0,835	-0,862	-0,836	-0,801	-0,820	+0,922

Źródło: Opracowanie Autorów [2]. Source: Elaboration of the Authors [2]



Rys. 1. Fala tętna bez bradykardii (149): saturacja 100%, tętno 150, liczba oddechów 75, dla noworodka z grupy badanej

Fig. 1. Pulse wave without bradycardia (149): saturation 100%, pulse 150, number of breaths 75, for the newborn in the study group



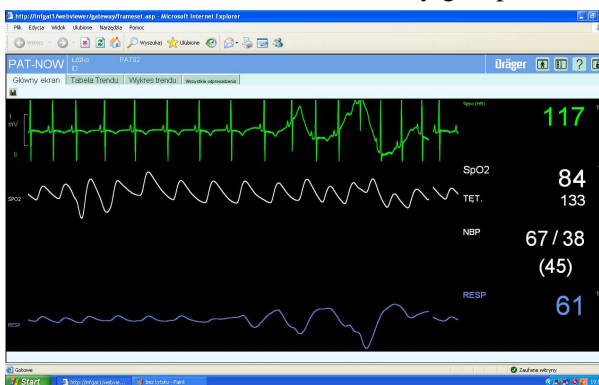
Rys. 4. Fala tętna czasie bradykardii (79): saturacja 85%, tętno 120, liczba oddechów 67, dla noworodka z grupy badanej

Fig. 4. Pulse wave during bradycardia (179): saturation 85%, pulse 120, number of breaths 67, for the newborn in the study group



Rys. 2. Fala tętna w czasie bradykardii (96): saturacja 90%, tętno 139, liczba oddechów 28, dla noworodka z grupy badanej

Fig. 2. Pulse wave during bradycardia (69): saturation 90%, pulse 139, number of breaths 28, for the newborn in the study group



Rys. 5. Fala tętna czasie bradykardii (117): saturacja 84%, tętno 133, liczba oddechów 61, dla noworodka z grupy badanej

Fig. 5. Pulse wave during bradycardia (117): saturation 84%, pulse 133, number of breaths 61, for the newborn in the study group



Rys. 3. Fala tętna czasie bradykardii (116): saturacja 88%, tętno 141, liczba oddechów 66, dla noworodka z grupy badanej

Fig. 3. Pulse wave during bradycardia (116): saturation 88%, pulse 141, number of breaths 66, for the newborn in the study group

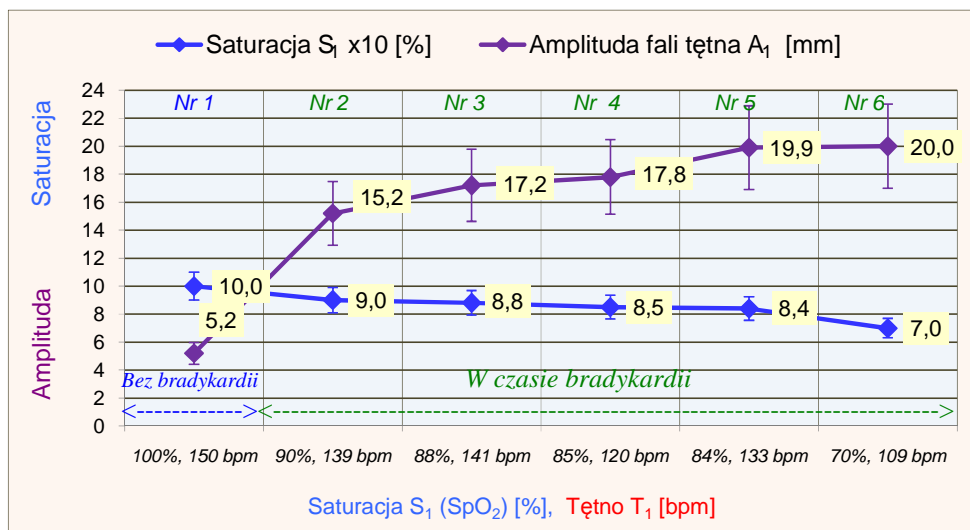
Źródło: Opracowanie Autorów [2]



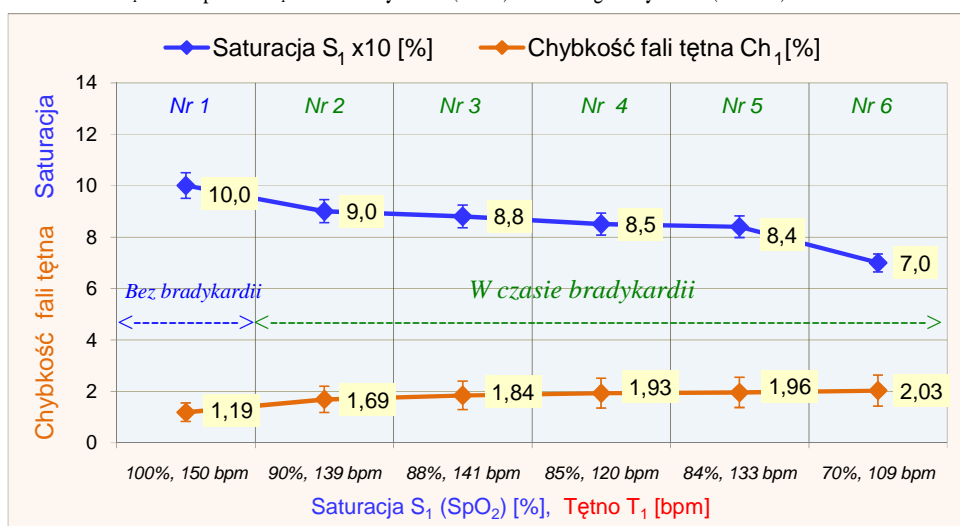
Rys. 6. Fala tętna czasie bradykardii (80): saturacja 70%, tętno 109, liczba oddechów 56, dla noworodka z grupy badanej

Fig. 6. Pulse wave during bradycardia (80): saturation 70%, pulse 109, number of breaths 56, for the newborn in the study group

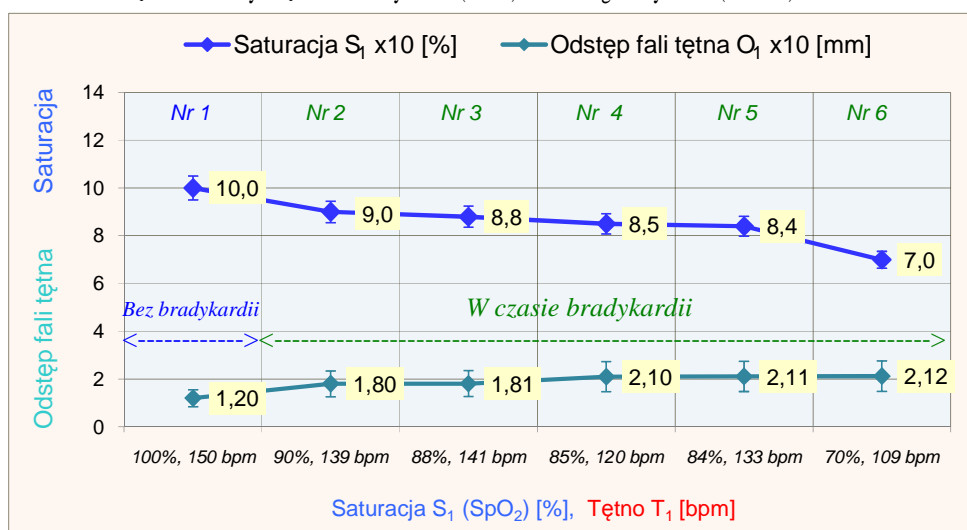
Source: Elaboration of the Authors [2]



Rys. 7. Wartości saturacji S_1 i amplitudy A_1 przed bradykardią (Nr 1) i w czasie bradykardii (Nr 2-6) dla noworodka z grupy badanej
 Fig. 7. Values of saturation S_1 and amplitude A_1 before bradycardia (No. 1) and during bradycardia (No. 2-6) for the newborn in the study group

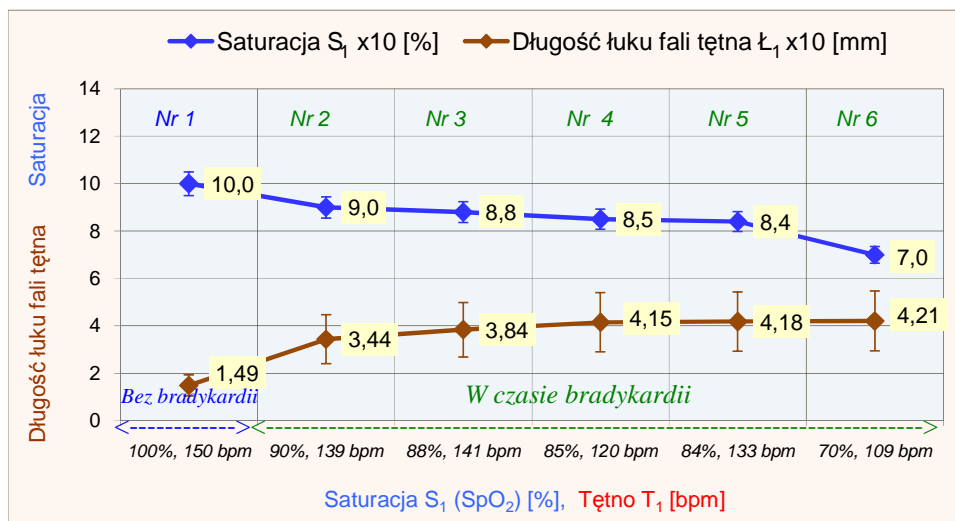


Rys. 8. Wartości saturacji S_1 i chybkosci Ch_1 przed bradykardią (Nr 1) i w czasie bradykardii (Nr 2-6) dla noworodka z grupy badanej
 Fig. 8. Values of saturation S_1 and elasticity Ch_1 before bradycardia (No. 1) and during bradycardia (No. 2-6) for the newborn in the study group

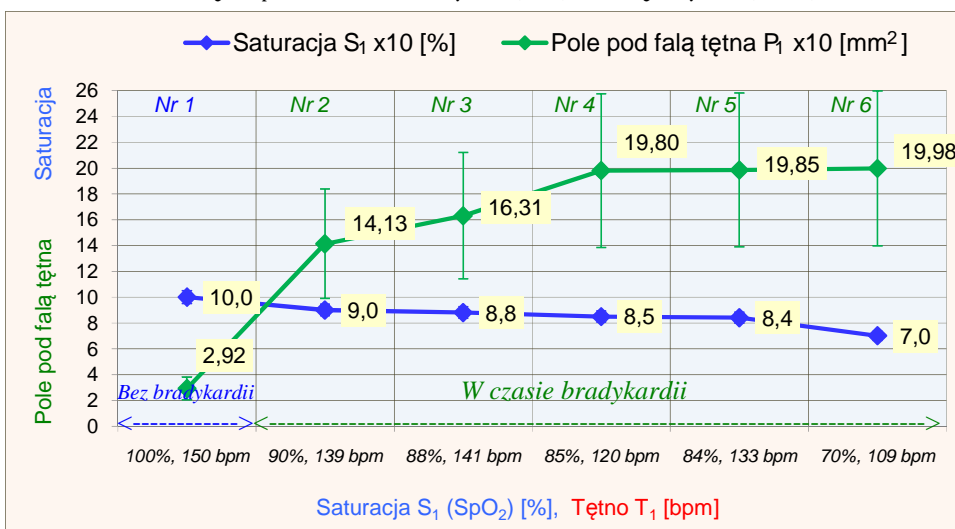


Rys. 9. Wartości saturacji S_1 i odstępu O_1 przed bradykardią (Nr 1) i w czasie bradykardii (Nr 2-6) dla noworodka z grupy badanej
 Fig. 9. Values of saturation S_1 and distance O_1 before bradycardia (No. 1) and during bradycardia (No. 2-6) for the newborn in the study group

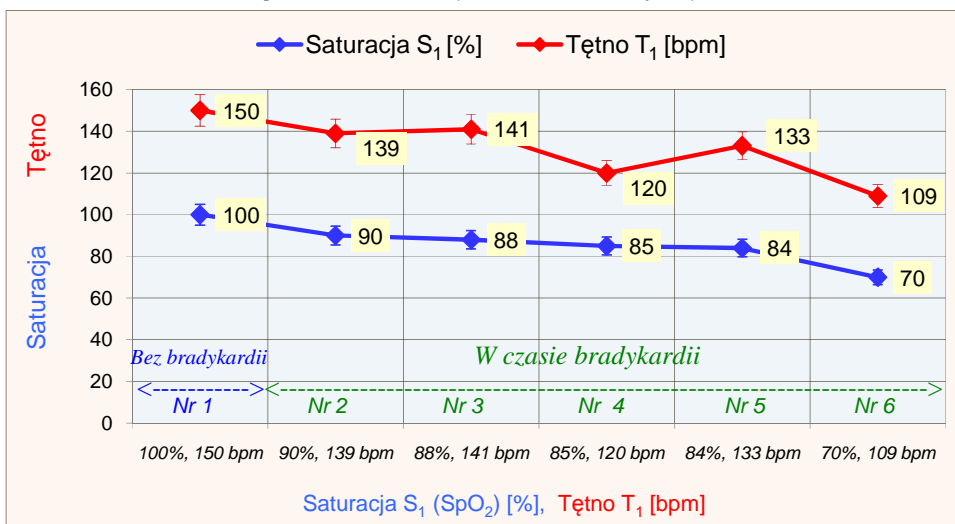
Źródło: Opracowanie Autorów [2], Source: Elaboration of the Authors [2]



Rys. 10. Wartości saturacji S_1 i długości łuku fali tętna L_1 przed bradykardią (Nr 1) i w czasie bradykardii (Nr 2-6) dla noworodka z grupy badanej
 Fig. 10. Values of saturation S_1 and the length of pulse wave L_1 before bradycardia (No. 1) and during bradycardia (No. 2-6) for the newborn in the study group



Rys. 11. Wartości saturacji S_1 i pola pod falą tętna P_1 przed bradykardią (Nr 1) i w czasie bradykardii (Nr 2-6) dla noworodka z grupy badanej
 Fig. 11. Values of saturation S_1 and the are under pulse wave P_1 before bradycardia (No. 1) and during bradycardia (No. 2-6) for the newborn in the study group



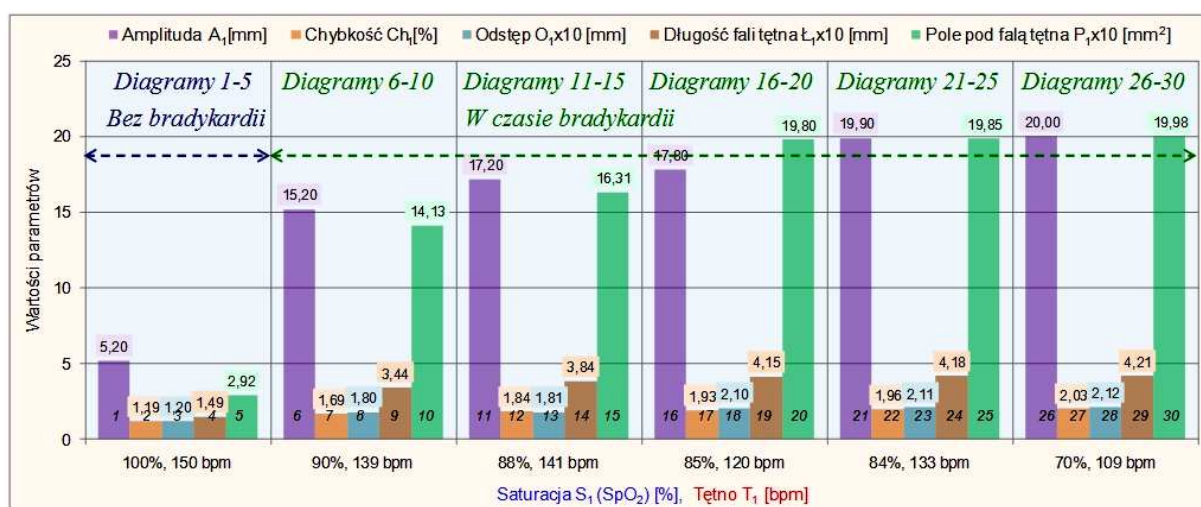
Rys. 12. Wartości saturacji S_1 i tętna T_1 przed bradykardią (Nr 1) i w czasie bradykardii (Nr 2-6) dla noworodka z grupy badanej
 Fig. 12. Values of saturation S_1 and pulse T_1 before bradycardia (No. 1) and during bradycardia (No. 2-6) for the newborn in the study group

Źródło: Opracowanie Autorów [2], Source: Elaboration of the Authors [2]

3.3. Dyskusja i wnioski szczegółowe

Powyżej przedstawiono jeden zapisów na ekranie monitora *Infinity Vista XL* fali tętna bez bradykardii (Rys. 1) oraz pięć zapisów fali tętna z obserwowaną bradykardią (Rys. 2-6). Fala tętna noworodka z grupy badanej (opis kazuistyczny) przy prawidłowej czynności serca (149 [bpm]) charakteryzuje się małą wartością amplitudy fali tętna przy saturacji 100%. Natomiast fala tętna w czasie wystąpienia bradykardii (poniżej 100 [bpm]) charakteryzuje się wzrostem wartości amplitudy. Bradykardii towarzyszy spadek wartości saturacji SpO_2 . Wzrost wartości amplitudy wyprzedza zjawisko desaturacji w czasie poniżej 20 sekund [2].

Szczegółowe wyniki obliczeń numerycznych (*MS-Excel i Mathematica*) pokazane są na rysunkach 7-12, do porównań których przyjmuje się odczyt wyników numerycznych dla saturacji 100% (bez bradykardii) i 70% (w czasie bradykardii). Porównania odpowiednich parametrów przedstawione są na rysunku 13 oraz w tabelicy 2, gdzie symbol „PB” oznacza sytuację przed bradykardią (tj. bez bradykardii), „WB” - w trakcie bradykardii.



Rys. 13. Porównanie parametrów fali tętna: amplituda A_1 , chybkosć Ch_1 , odstęp $O_1 \times 10$, długość łuku fali tętna $L_1 \times 10$ i pole pod falą tętna $P_1 \times 10$ bez bradykardii (Nr 1-5) oraz w czasie bradykardii (Nr 26-30) dla noworodka z grupy badanej

Fig. 13. Comparison of the pulse wave parameters: amplitude A_1 , elasticity Ch_1 , distance $O_1 \times 10$, length of the pulse wave $L_1 \times 10$ and area under the pulse wave $P_1 \times 10$ before bradycardia (No 1-5) and during bradycardia (No 26-30) for the newborn in the study group

Źródło: Opracowanie Autorów [2], Source: Elaboration of the Authors [2]

Tab. 2. Porównanie wyników numerycznych dla noworodka z grupy badanej (Rys. 13)

Tab. 2. Comparison of numerical results for the newborn in the study group

Diagram	Amplituda A_1		Chybkosć Ch_1		Odstęp $O_1 \times 10$		Dł. łuku $L_1 \times 10$		Pole $P_1 \times 10$		Tętno T_1			
	PB	WB	PB	WB	PB	WB	PB	WB	PB	WB	PB	WB		
Nr 1-5	Nr 26-30		Nr 1	Nr 26	Nr 2	Nr 27	Nr 3	Nr 28	Nr 4	Nr 29	Nr 5	Nr 30	-	-
Wartości:	5,2	20,0	1,19	2,03	1,20	2,12	1,49	4,21	2,92	19,98	150	109		
Proporcja ok.	1:42		1:2		1:2		1:32		1:7		1,4:1			
Punkty Nr 1 i 6	Rys. 7		Rys. 8		Rys. 9		Rys. 10		Rys. 11		Rys. 12			

Źródło: Opracowanie Autorów [2], Source: Elaboration of the Authors [2]

U noworodka z bradykardią, gdzie spadek czynności serca dochodzi do 79 [bpm] następuje zmniejszony wyrzut minutowy krwi w kierunku naczyń obwodowych. Prowadzi to do włączenia się mechanizmów wyrównawczych mikrokrążenia, a więc rozszerzenia naczyń prekapilarnych i zwiększenia objętości przepływającej krwi, co z kolei objawia się wzrostem amplitudy fali tętna w pulsoksymetrii [2].

Lorch S.A. i współpracownicy opisują problem epidemiologii bezdechu i bradykardii u przedwcześnie urodzonych noworodków [7]. W pracy [7] autorzy analizują występowanie bezdechu i bradykardii u wcześniaków w zależności od wieku ciążowego (*ang. gestational age*). W przedstawionym materiale autorów u noworodków urodzonych poniżej 26 tygodnia wieku ciążowego ok. 42% miało epizody bradykardii, a ok. 35% bezdechu. Wraz ze wzrostem wieku ciążowego malała wartość procentowa występowania zarówno bradykardii jak i bezdechu [7].

Upton C.J. i inni opisują u wcześniaków występowanie bezdechu, bradykardii przy saturacji tlenem [12]. Autorzy wskazują na istotną potrzebę monitorowania elektrokardiograficznego, oddechu i saturacji [12]. Natomiast Krane E.J. i współautorzy przedstawiają występowanie bezdechu, bradykardii i desaturacji u wcześniaków, które przeszły operacje w znieczuleniu ogólnym i podpajęczynówkowym [6]. Autorzy stwierdzają, że przypadki desaturacji i bradykardii występują częściej po znieczuleniu ogólnym niż podpajęczynówkowym [6]. Również Henderson-Smart i współautorzy pokazują związek między mechanizmem bradykardii u wcześniaków a bezdechem [3]. Nassi N. i współautorzy rozpatrują zmiany krzywej impedancji oddychania, częstości uderzeń serca na minutę w krzywej EKG, wartości saturacji i krzywej pletyzmograficznej (oraz ich zależności) dla noworodków z epizodami bezdechu i bradykardii [9].

4. Przypadek bradykardii u noworodka z grupy kontrolnej

4.1. Dane noworodka

Noworodek z ciąży bliźniaczej (pierwszy) urodzony przez cięcie cesarskie. Matka z powodu niedoczynności tarczycy przyjmowała w czasie ciąży *Euthyrox N125*. Pierwszy poród w 35/36 tygodniu ciąży. Noworodek miał 9 punktów w 1 min. i 10 punktów w 5 min. w skali APGAR. Masa urodzeniowa wynosiła 2520 g, długość ciała 48 cm, obwód głowy 35 cm i obwód klatki piersiowej 30 cm [2].

4.2. Wyniki badań numerycznych noworodka

Dla noworodka z grupy kontrolnej wykresy fali tętna (ujęte na ekranie monitora *Infinity Vista XL* i w oprogramowaniu *Gateway Suite* firmy *Dräger Medical* na ekranie komputera) w sytuacji bez obserwowanej bradykardii przedstawiono na rysunku 14, natomiast wykresy fali tętna ujęte podczas bradykardii pokazano na rysunkach 15-19. Zestawienie zbiorcze wyników badań numerycznych dla amplitudy A_1 , chybkości fali tętna Ch_1 , odstępu fali tętna O_1 , długości łuku fali tętna L_1 oraz pola pod falą tętna P_1 zaprezentowano na rysunku 26. Natomiast rezultaty badań numerycznych wyszczególnione oddzielnie odpowiednio dla amplitudy A_1 , chybkości Ch_1 , odstępu O_1 i długości łuku fali tętna L_1 oraz pola pod falą tętna P_1 ukazano na rysunkach 20-25.

Tab. 3. Opracowanie danych statystycznych dla noworodka z grupy kontrolnej

Tab. 3. Elaboration of statistical data for the newborn from the control group

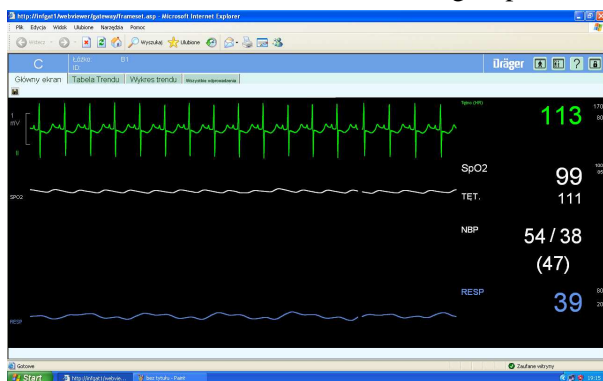
	Saturacja	Amplituda	Chybkosc	Odstep $\times 10$	Dł. łuku $\times 10$	Pole $\times 10$	Tętno
min. – max.	97 – 99	3,0 – 4,6	0,90 – 1,35	1,30 – 1,56	1,39 – 1,78	1,87 – 3,50	113 – 123
$Q_1 - Q_3$	98,25 – 99,00	3,30 – 3,95	1,06 – 1,25	1,38 – 1,50	1,48 – 1,67	2,12 – 2,91	112,2 – 113,7
Średnia arytmetyczna	98,5	3,7	1,142	1,428	1,567	2,515	114,33
Mediana	99	3,7	1,135	1,395	1,515	2,255	113,00
Odchylenie standardowe	0,837	0,576	0,163	0,101	0,150	0,646	4,367
Współczynnik korelacji	\times	-0,871	-0,812	-0,889	-0,922	-0,956	+0,274

Źródło: Opracowanie Autorów [2]. Source: Elaboration of the Authors [2]



Rys. 14. Fala tętna bez bradykardii (121):
saturacja 99%, tętno 123, liczba oddechów 53,
dla noworodka z grupy kontrolnej

Fig. 14. Pulse wave without bradycardia (121):
saturation 99%, pulse 123, number of breaths 53,
for the newborn in the control group



Rys. 15. Fala tętna w czasie bradykardii (113):
saturacja 99%, tętno 111, liczba oddechów 39,
dla noworodka z grupy kontrolnej

Fig. 15. Pulse wave during bradycardia (113):
saturation 99%, pulse 111, number of breaths 39,
for the newborn in the control group



Rys. 16. Fala tętna w czasie bradykardii (112):
saturacja 99%, tętno 114, liczba oddechów 40,
dla noworodka z grupy kontrolnej

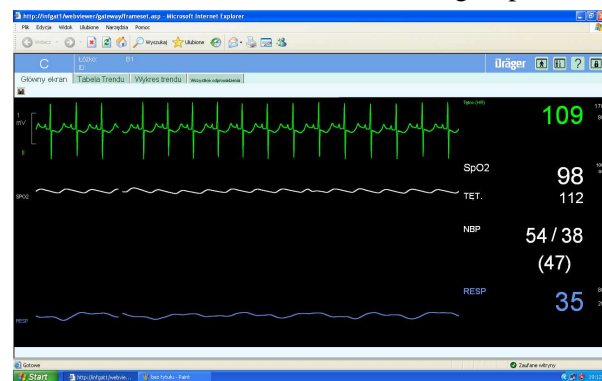
Fig. 16. Pulse wave during bradycardia (112):
saturation 99%, pulse 114, number of breaths 40,
for the newborn in the control group

Źródło: Opracowanie Autorów [2]



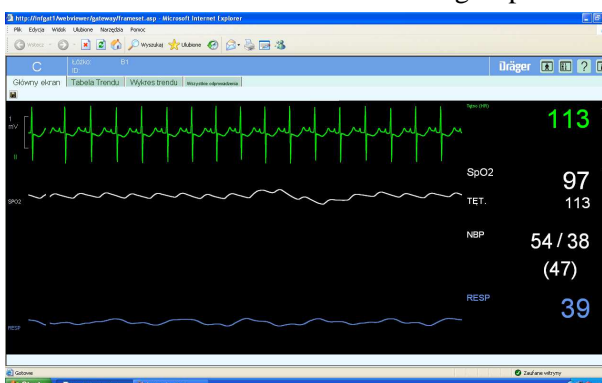
Rys. 17. Fala tętna w czasie bradykardii (111):
saturacja 99%, tętno 113, liczba oddechów 37,
dla noworodka z grupy kontrolnej

Fig. 17. Pulse wave during bradycardia (111):
saturation 99%, pulse 113, number of breaths 37,
for the newborn in the control group



Rys. 18. Fala tętna w czasie bradykardii (109):
saturacja 98%, tętno 142, liczba oddechów 35,
dla noworodka z grupy kontrolnej

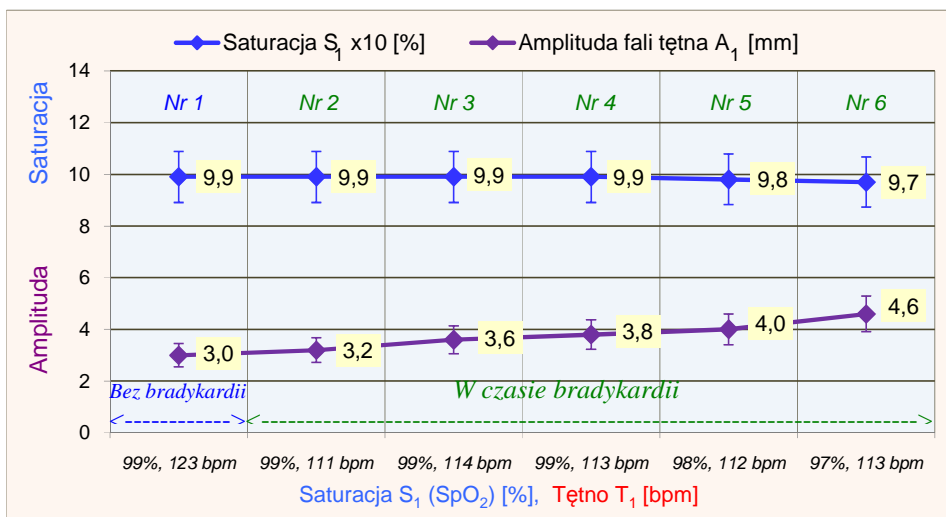
Fig. 18. Pulse wave during bradycardia (109):
saturation 98%, pulse 142, number of breaths 35,
for the newborn in the control group



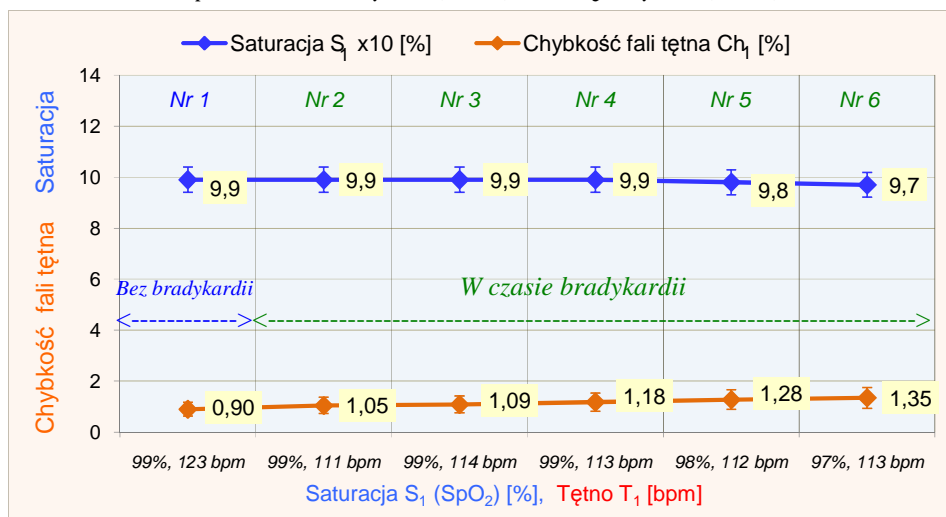
Rys. 19. Fala tętna w czasie bradykardii (113):
saturacja 97%, tętno 113, liczba oddechów 39,
dla noworodka z grupy kontrolnej

Fig. 19. Pulse wave during bradycardia (113):
saturation 97%, pulse 113, number of breaths 39,
for the newborn in the control group

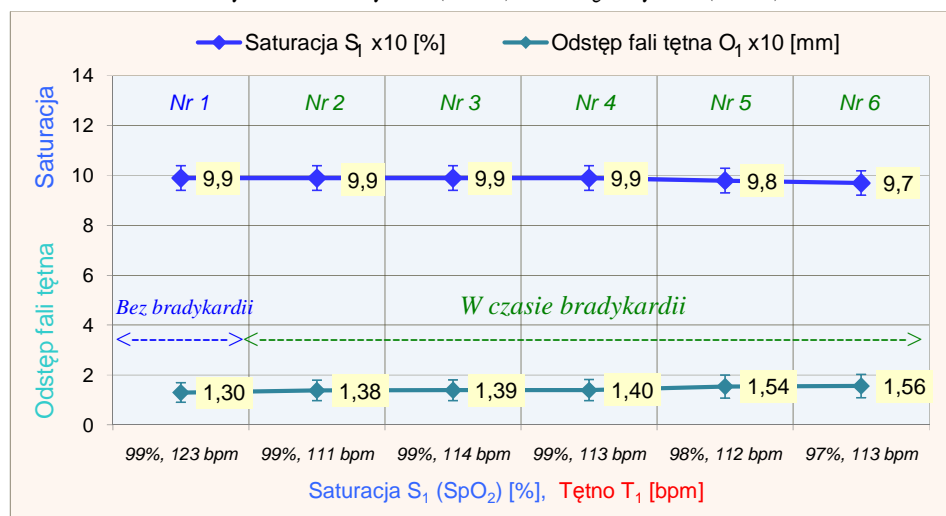
Source: Elaboration of the Authors [2]



Rys. 20. Wartości saturacji S_1 i amplitudy A_1 bez bradykardii (Nr 1-2) i w czasie bradykardii (Nr 3-6) dla noworodka z grupy kontrolnej
 Fig. 20. Values of saturation S_1 and amplitude A_1 before bradycardia (No. 1-2) and during bradycardia (No. 3-6) for the newborn in the control group

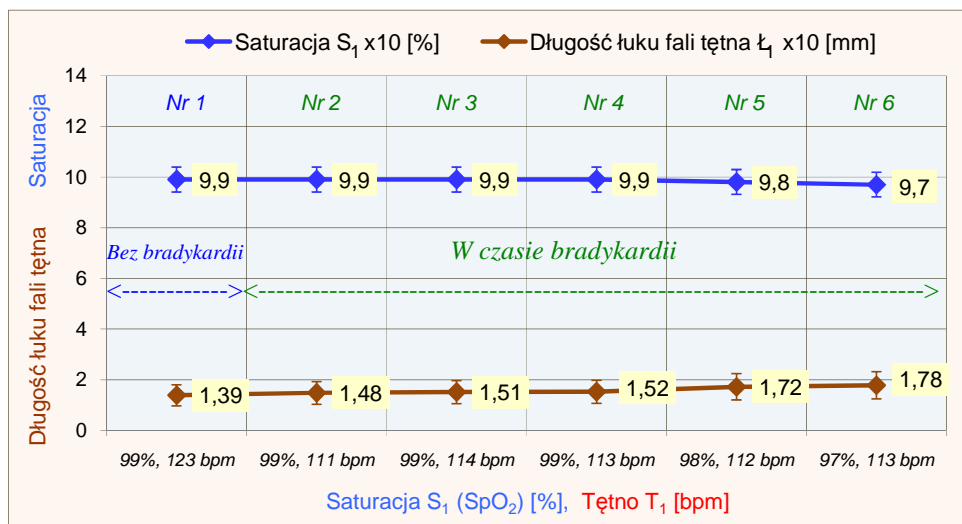


Rys. 21. Wartości saturacji S_1 i chybkosci Ch_1 bez bradykardii (Nr 1-2) i w czasie bradykardii (Nr 3-6) dla noworodka z grupy kontrolnej
 Fig. 21. Values of saturation S_1 and elasticity Ch_1 before bradycardia (No. 1-2) and during bradycardia (No. 3-6) for the newborn in the control group

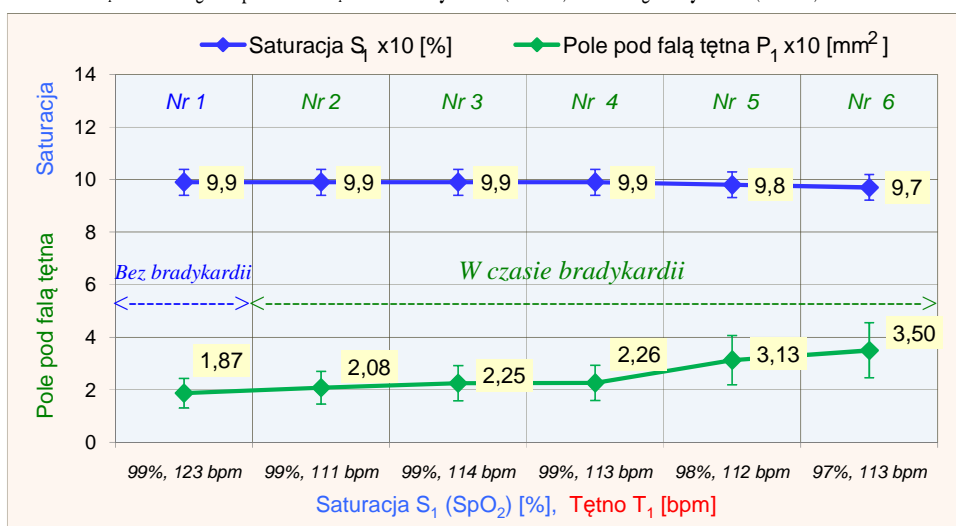


Rys. 22. Wartości saturacji S_1 i odstepu O_1 bez bradykardii (Nr 1-2) i w czasie bradykardii (Nr 3-6) dla noworodka z grupy kontrolnej
 Fig. 22. Values of saturation S_1 and distance O_1 before bradycardia (No. 1-2) and during bradycardia (No. 3-6) for the newborn in the control group

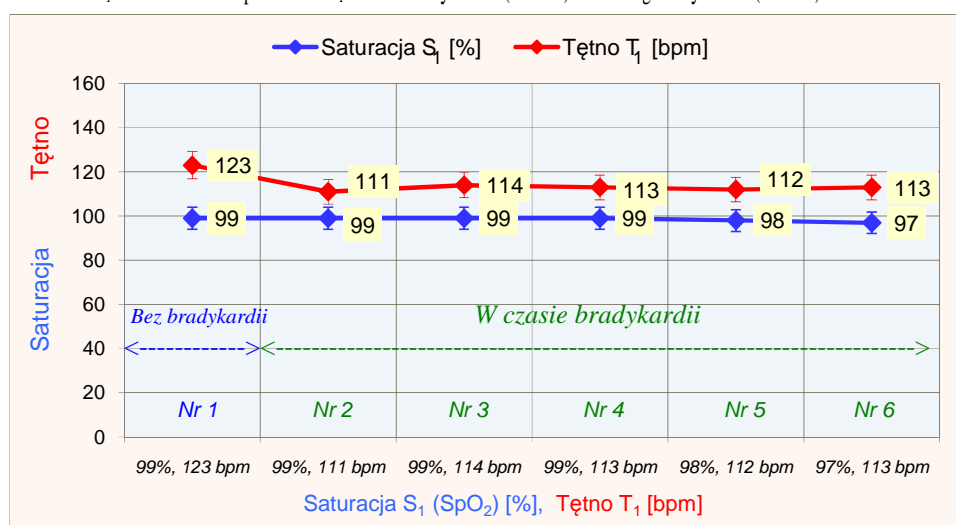
Źródło: Opracowanie Autorów [2], Source: Elaboration of the Authors [2]



Rys. 23. Wartości saturacji S_1 i długości łuku fali tętna L_1 bez bradykardii (Nr 1-2) i w czasie bradykardii (Nr 3-6) dla noworodka z grupy kontrolnej
 Fig. 23. Values of saturation S_1 and the length of pulse wave L_1 before bradycardia (No. 1-2) and during bradycardia (No. 3-6) for the newborn in the control group



Rys. 24. Wartości saturacji S_1 i pola pod falą tętna P_1 bez bradykardii (Nr 1-2) i w czasie bradykardii (Nr 3-6) dla noworodka z grupy kontrolnej
 Fig. 24. Values of saturation S_1 and the are under pulse wave P_1 before bradycardia (No. 1-2) and during bradycardia (No. 3-6) for the newborn in the control group



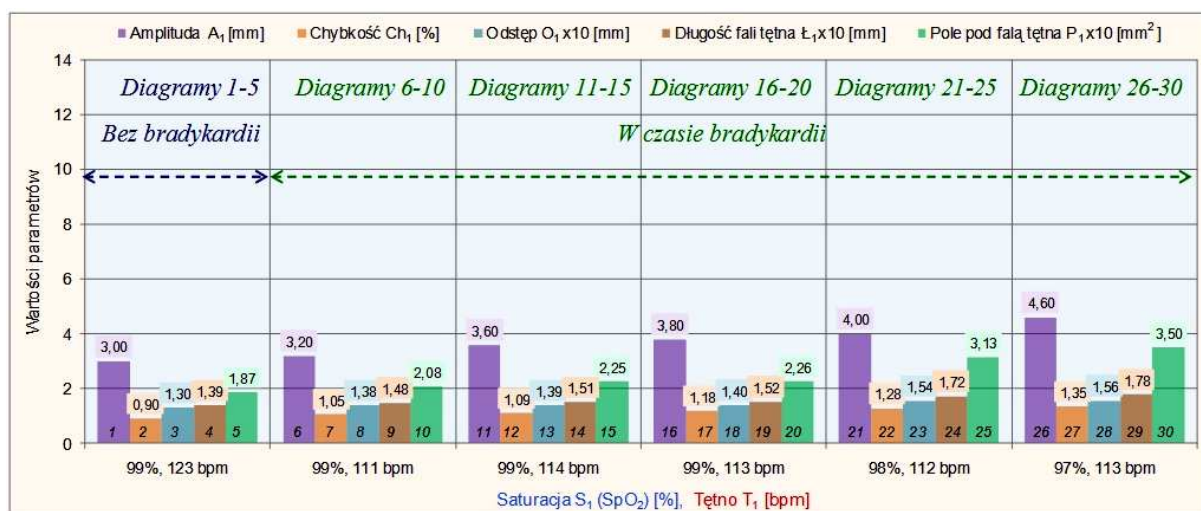
Rys. 25. Wartości saturacji S_1 i tętna T_1 bez bradykardii (Nr 1-2) i w czasie bradykardii (Nr 3-6) dla noworodka z grupy kontrolnej
 Fig. 25. Values of saturation S_1 and pulse T_1 before bradycardia (No. 1-2) and during bradycardia (No. 3-6) for the newborn in the control group

Źródło: Opracowanie Autorów [2], Source: Elaboration of the Authors [2]

4.3. Dyskusja i wnioski szczegółowe

Powyżej przedstawiono jeden zapisów na ekranie monitora *Infinity Vista XL* fali tętna bez bradykardii (Rys. 14) oraz pięć zapisów fali tętna z obserwowaną bradykardią (Rys. 15-19) dla noworodka z grupy kontrolnej. Fala tętna noworodka z grupy kontrolnej (opis kazuistyczny) charakteryzuje się małą wartością amplitudy fali tętna przy saturacji ok. 99%. U noworodka z grupy kontrolnej, gdzie bradykardia waha się od 109 [bpm] do 113 [bpm] nie obserwuje się wyraźnego wzrostu amplitudy fali tętna [2].

Szczegółowe wyniki obliczeń numerycznych (*MS-Excel i Mathematica*) pokazane są na rycinach 20-25, do porównań których przyjmuje się odczyt wyników numerycznych dla tych samych saturacji 99% (bez i w czasie bradykardii). Porównania odpowiednich parametrów przedstawione są na rysunku 26 oraz w tabelicy 4, gdzie symbol „PB” oznacza sytuację przed bradykardią (tj. bez bradykardii), „WB” - w trakcie bradykardii.



Rys. 26. Porównanie parametrów fali tętna: amplituda A_1 , chybkosc Ch_1 , odstęp $O_1 \times 10$, długość łuku fali tętna $L_1 \times 10$ i pole pod falą tętna $P_1 \times 10$ bez bradykardii (Nr 1-5) oraz w czasie bradykardii (Nr 6-30) dla noworodka z grupy kontrolnej

Fig. 26. Comparison of the pulse wave parameters: amplitude A_1 , elasticity Ch_1 , distance $O_1 \times 10$, length of the pulse wave $L_1 \times 10$ and area under the pulse wave $P_1 \times 10$ before bradycardia (No 1-5) and during bradycardia (No 6-30) for the newborn in the control group

Źródło: Opracowanie Autorów [2], Source: Elaboration of the Authors [2]

Tab. 4. Porównanie wyników numerycznych dla noworodka z grupy kontrolnej (Rys. 26)

Tab. 4. Comparison of numerical results for the newborn in the control group

Diagram	Amplituda A_1		Chybkosc Ch_1		Odstęp O_1		Dł. łuku fali L_1		Pole P_1		Tętno T_1	
	PB	WB	PB	WB	PB	WB	PB	WB	PB	WB	PB	WB
Nr 1-5 Nr 16-20	Nr 1	Nr 16	Nr 2	Nr 17	Nr 3	Nr 18	Nr 4	Nr 19	Nr 5	Nr 20	-	-
Wartości:	3,0	3,8	0,9	1,18	1,3	1,4	1,39	1,52	1,87	2,26	123	113
Proporcja ok.	1:1		1:1		1:1		1:1		1:1		1:1	
Punkty Nr 1 i 4	Rys. 20		Rys. 21		Rys. 22		Rys. 23		Rys. 24		Rys. 25	

Źródło: Opracowanie Autorów [2], Source: Elaboration of the Authors [2]

Istotny brak wzrostu amplitudy fali tętna u noworodka z grupy kontrolnej prawdopodobnie wynika z tego, że niewielka bradykardia nie wpływa na uruchomienie mechanizmów kompensacyjnych w naczyniach peryferyjnych [2]. C.J. Upton wraz ze współautorami przedstawiają epizody występowanie bradykardii u wcześniaków, przedstawiają zależności bezdechu i bradykardii [13].

E. Atkinson i inni również opisują problem bezdechu i bradykardii u wcześniaków [1]. Autorzy wskazują na różne typy bezdechu (centralny, obturacyjny i mieszany), który może pojawić się u noworodków urodzonych przedwcześnie [1].

5. Wnioski

- U noworodka z bradykardią, gdzie spadek czynności serca dochodzi do 79 [bpm] następuje zmniejszony wyrzut minutowy krwi w kierunku naczyń obwodowych. Prowadzi to do włączenia się mechanizmów wyrównawczych mikrokrążenia, a więc rozszerzenia naczyń prekapilarnych i zwiększenia objętości przepływającej krwi, co z kolei objawia się wzrostem amplitudy fali tętna w pulsoksymetrii.
- Istotny brak wzrostu amplitudy fali tętna u noworodka z grupy kontrolnej prawdopodobnie wynika z tego, że niewielka bradykardia nie wpływa na uruchomienie mechanizmów kompensacyjnych w naczyniach peryferyjnych.

Literatura

- [1] Atkinson E., Fenton A.C.: *Management of apnoea and bradycardia in neonates*. Paediatrics and Child Health 2009, 19, 12, pp. 550-554.
- [2] Czajkowska M.A.: *Analiza fali gasnącej pulsoksymetrii u noworodków z zaburzeniami mikrokrążenia. Praca doktorska*. Pomorski Uniwersytet Medyczny, Szczecin 2014.
- [3] Henderson-Smart D.J., Butcher-Puech M.C., Edwards D.A.: *Incidence and mechanism of bradycardia during apnoea in preterm infants*. Archives of Disease in Childhood 1986, 61, pp. 227-232.
- [4] Jubran A.: *Pulse oximetry*, Critical Care 1999, 3, 2, pp. R11-R17.
- [5] Kirpalani H., Moore A.M., Perlman M.: *Podręcznik neonatologii*, Wyd. Medipage, 2009, (wyd. pol., red. M.K. Kornacka).
- [6] Krane E.J., Haberkern Ch.M., Jacobson L.E.: *Postoperative apnea, bradycardia, and oxygen desaturation in formerly premature infants: Prospective comparison of spinal and general anesthesia*. Anesthesia and Analgesia 1995, 80, pp. 7-13.
- [7] Lorch S.A., Srinivasan L., Escobar G.J.: *Epidemiology of apnoea and bradycardia resolution in premature infants*. Pediatrics 2011, 128, 2, pp. e366-e373.
- [8] Łozińska D., Twardowska I. (red.): *Neonatologia*, Wyd. Lekarskie PZWL, Warszawa 1993.
- [9] Nassi N., Piumelli R., Lombardi E., Landini L., Donzelli G., de Martino M.: *Comparison between pulse oximetry and transthoracic impedance alarm traces during home monitoring*. Archives of Disease in Childhood 2008, 93, pp. 126-132.
- [10] Saylor J.W.: *Neonatal and pediatric pulse oximetry*, Respiratory Care 2003, 48 4, pp. 386-398.
- [11] Szczapa J.: *Neonatologia*, Wyd. Lekarskie PZWL, Warszawa 2000.
- [12] Upton C.J., Milner A.D., Stokes G.M.: *Apnoea, bradycardia, and oxygen saturation in preterm infants*. Archives of Disease in Childhood 1991, 66, pp. 381-385.
- [13] Upton C.J., Milner A.D., Stokes G.M.: *Episodic bradycardia in preterm infants*. Archives of Disease in Childhood 1992, 67, pp. 831-843.