

lek. Małgorzata Domagalska

Maska krtaniowa i-gel vs intubacja dotchawicza w znieczuleniu ogólnym do zabiegów okulistycznych noworodka.

Rozprawa na stopień naukowy doktora nauk medycznych
w dyscyplinie medycyna

Promotor: dr hab. n. med. Michał Gaca

Klinika Anestezjologii w Ginekologii i Położnictwie



Wydział Lekarski I

Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu

Poznań, 2019

Pracę dedykuję Alicji oraz Oliwii

*Składam serdeczne podziękowania
Panu dr hab.n.med. Michałowi Gacy
Za nieocenioną pomoc w trakcie pisania pracy.*

SPIS TREŚCI

1. Wprowadzenie	16
1.1. Retinopatia wcześniaków.....	17
1.2. Wcześnieactwo- definicja i kliniczne konsekwencje wcześniactwa, ważne w praktyce anestezjologicznej.....	18
1.3. Farmakokinetyka i farmakodynamika wybranych leków anestezjologicznych u noworodka.....	19
1.4. Zabezpieczenie dróg oddechowych u noworodka.....	20
1.4.1. Rurka intubacyjna.....	21
1.4.2. Maski krtaniowa.....	21
1.5. Monitorowanie śródoperacyjne.....	22
1.5.1. Kardiometria elektryczna.....	23
1.5.2. Spektroskopia bliskiej podczerwieni (NIRS).....	24
1.6. Uzasadnienie podjęcia badań.....	25
2. Założenia i Cel pracy	27
3. Materiał i Metody	28
3.1. Dobór chorych.....	28
3.2. Przygotowanie i przebieg znieczulenia.....	29
3.3. Zakres wartości przyjętych za prawidłowe.....	31
3.4. Porównywane parametry.....	33
3.5. Analiza statystyczna.....	33
4. Wyniki i Omówienie wyników	34
4.1. Charakterystyka badanych grup pacjentów.....	35
4.2. Rodzaje zabiegów.....	36
4.3. Czas (w sekundach) potrzebny do założenia przyrządu	

	do udrożnienia dróg oddechowych.....	37
4.4.	Liczba prób założenia maski krtaniowej oraz rurki intubacyjnej.....	39
4.5.	Wyniki przecieku powietrza (Vti- Vte w ml) w obu grupach badanych.....	40
4.6.	Ocena częstości powikłań.....	42
4.7.	Porównanie regionalnej oksymetrii mózgu w badanych grupach.....	43
4.7.1.	Porównanie regionalnej oksymetrii mózgu w trakcie indukcji znieczulenia.....	43
4.7.2.	Porównanie regionalnej oksymetrii mózgu w trakcie przyrządowego udrożnienia dróg oddechowych.....	45
4.7.3.	Porównanie regionalnej oksymetrii mózgu w trakcie podtrzymywania znieczulenia.....	48
4.8.	Analiza SpO2 w badanych grupach.....	50
4.8.1.	Analiza SpO2 w trakcie indukcji znieczulenia.....	50
4.8.2.	Analiza SpO2 w trakcie przyrządowego udrożnienia dróg oddechowych.....	51
4.8.3.	Analiza SpO2 w trakcie podtrzymywania znieczulenia.....	54
4.9.	Analiza współczynnika ekstrakcji tlenu w badanych grupach.....	55
4.9.1.	Analiza O2 Er w trakcie indukcji znieczulenia.....	56
4.9.2.	Analiza O2 Er w trakcie przyrządowego udrożnienia dróg oddechowych.....	57
4.9.3.	Analiza O2 Er w trakcie podtrzymywania znieczulenia.....	60
4.10.	Porównanie kardiometrii elektrycznej pomiędzy badanymi grupami chorych.....	61
4.10.1.	Porównanie kardiometrii elektrycznej podczas indukcji znieczulenia.....	61
4.10.1.1.	Częstość rytmu serca (HR) podczas indukcji znieczulenia.....	61
4.10.1.2.	Rzut serca (CO) podczas indukcji znieczulenia.....	63
4.10.1.3.	Objętość wyrzutowa (SV) podczas indukcji znieczulenia.....	64
4.10.1.4.	Systemowy opór naczyniowy (SVR) podczas indukcji znieczulenia.....	65
4.10.1.5.	Indeks kurczliwości serca (ICON) podczas indukcji znieczulenia.....	67
4.10.1.6.	Wskaźnik wydajności serca (CPI) podczas indukcji znieczulenia.....	68
4.10.1.7.	Zawartość płynu w klatce piersiowej (TFC) podczas indukcji znieczulenia.....	69
4.10.1.8.	Czasu wyrzutu krwi z lewej komory (LVET) podczas indukcji znieczulenia.....	70
4.10.2.	Porównanie kardiometrii elektrycznej podczas udrożnienia dróg oddechowych.....	72
4.10.2.1.	Częstość rytmu serca (HR) podczas udrożnienia dróg oddechowych.....	72

4.10.2.2.	Rzut serca (CO) podczas udrożnienia dróg oddechowych.....	79
4.10.2.3.	Objętość wyrzutowa (SV) podczas udrożnienia dróg oddechowych.....	80
4.10.2.4.	Systemowy opór naczyniowy (SVR) podczas udrożnienia dróg oddechowych.....	83
4.10.2.5.	Indeks kurczliwości serca (ICON) podczas udrożnienia dróg oddechowych.....	85
4.10.2.6.	Wskaźnik wydajności serca (CPI) podczas udrożnienia dróg oddechowych.....	87
4.10.2.7.	Zawartość płynu w klatce piersiowej (TFC) podczas udrożnienia dróg oddechowych.....	89
4.10.2.8.	Czas wyrzutu krwi z lewej komory (LVET) podczas udrożnienia dróg oddechowych.....	91
4.10.3.	Porównanie kardiometrii elektrycznej podczas podtrzymywania znieczulenia.....	92
4.10.3.1.	Częstość rytmu serca (HR) podczas podtrzymywania znieczulenia.....	93
4.10.3.2.	Rzut serca (CO) podczas podtrzymywania znieczulenia.....	96
4.10.3.3.	Objętość wyrzutowa (SV) podczas podtrzymywania znieczulenia.....	97
4.10.3.4.	Systemowy opór naczyniowy (SVR) podczas podtrzymywania znieczulenia.....	99
4.10.3.5.	Indeks kurczliwości serca (ICON) podczas podtrzymywania znieczulenia.....	100
4.10.3.6.	Wskaźnik wydajności serca (CPI) podczas podtrzymywania znieczulenia.....	101
4.10.3.7.	Zawartość płynu w klatce piersiowej (TFC) podczas podtrzymywania znieczulenia.....	102
4.10.3.8.	Czas wyrzutu krwi z lewej komory (LVET) podczas podtrzymywania znieczulenia.....	103
4.11.	Porównanie czasu (w minutach) od zakończenia znieczulenia do ekstubacji lub usunięcia maski krtaniowej i-gel w badanych grupach.....	105
5.	Dyskusja.....	107
6.	Wnioski.....	127

7. Streszczenie.....	129
8. Summary.....	130
9. Piśmiennictwo.....	131
10. Opinia Komisji Bioetycznej UMP.....	145

Wykaz rycin i tabel

Ryc. 1. Wcześnieńnik znieczulany z użyciem maski krtaniowej i-gel do zabiegu okulistycznego w leczeniu retinopatii wcześniaków (wł. autorki).....	19
Ryc. 2. Iniekcja dogąłkowa u wcześniaka w leczeniu retinopatii wcześniaczej (wł. autorki).....	23
Ryc. 3. Rurka intubacyjna bez mankietu, rozmiar 3,0; laryngoskop Miller'a (wł. autorki).....	24
Ryc. 4. Maska krtaniowa i-gel, rozmiar 1 (wł. autorki).....	25
Ryc. 5. Monitorowanie podstawowych parametrów życiowych podczas zabiegu operacyjnego (wł. autorki)	30
Ryc. 6. Przepływ prądu przez aortę (wł. OSYPKA MEDICAL).....	33
Ryc. 7. Umieszczenie elektrod dla małych dzieci i noworodków (wł. OSYPKA MEDICAL).....	34
Ryc. 8. Zapis monitora aparatu do znieczulenia Maquet przedstawiający parametry wentylacji podczas zabiegu (wł. autorki).....	34
Ryc. 9. Charakterystyka grup badanych pod względem czasu trwania zabiegu, wieku, masy ciała	39
Ryc. 10. Charakterystyka obu grup badanych pod względem płci.....	39
Ryc. 11. Charakterystyka zabiegów w grupie I (rurka intubacyjna).....	40
Ryc. 12. Charakterystyka zabiegów w grupie II (maska krtaniowa).....	41
Ryc. 13. Porównanie czasu (w sekundach) potrzebnego do założenia przyrządu do udrożnienia dróg oddechowych w badanych grupach.....	42
Ryc. 14. Liczba prób potrzebnych do założenia maski krtaniowej bądź rurki intubacyjnej w obu grupach badanych.....	43
Ryc. 15. Rozkład median przecieku (ml) w kolejnych 10 oddechach- w obu grupach badanych.....	45
Ryc. 16. Ocena częstości powikłań w obu grupach badanych.....	46
Ryc. 17. NIRS w trakcie indukcji znieczulenia- w obu grupach badanych.....	48
Ryc. 18. Mediana wartości NIRS w trakcie indukcji znieczulenia w badanych grupach.....	48
Ryc. 19. NIRS w trakcie przyrządowego udrażniania dróg oddechowych w obu grupach badanych.....	51
Ryc. 20. Mediana wartości NIRS w trakcie przyrządowego udrażniania dróg oddechowych w badanych grupach.....	51
Ryc. 21. NIRS podczas podtrzymywania znieczulenia- w obu grupach badanych.....	53
Ryc. 22. Mediana wartości NIRS w trakcie podtrzymywania znieczulenia w badanych grupach.....	53
Ryc. 23. SpO2 w trakcie udrożnienia dróg oddechowych w badanych grupach.....	57
Ryc. 24. Mediana wartości SpO2 w trakcie udrożnienia dróg oddechowych w badanych grupach.....	57
Ryc. 25. Mediana wartości SpO2 podczas podtrzymywania znieczulenia.....	59

Ryc. 26. Mediana wartości współczynnika ekstrakcji tlenu w badanych grupach.....	60
Ryc. 27. O2 Er w trakcie 5:44 minuty znieczulenia w badanych grupach.....	62
Ryc. 28. O2 Er w trakcie 5:48 minuty znieczulenia w badanych grupach.....	63
Ryc. 29. Mediana wartości O2 Er w trakcie przyrządowego udrożnienia dróg oddechowych w badanych grupach.....	63
Ryc. 30. Mediana wartości O2 Er w trakcie podtrzymywania znieczulenia w badanych grupach.....	64
Ryc. 31. Mediana wartości HR w trakcie indukcji znieczulenia w badanych grupach.....	66
Ryc. 32. Mediana wartości CO w trakcie indukcji znieczulenia w badanych grupach.....	67
Ryc. 33. Objętość wyrzutowa w 1 minucie znieczulenia w badanych grupach.....	68
Ryc. 34. Objętość wyrzutowa w 2 minucie znieczulenia w badanych grupach.....	69
Ryc. 35. Mediana wartości SV w trakcie indukcji znieczulenia w badanych grupach.....	69
Ryc. 36. SVR w 1 minucie znieczulenia w badanych grupach.....	70
Ryc. 37. SVR w 3 minucie znieczulenia w badanych grupach.....	70
Ryc. 38. Mediana wartości SVR w trakcie indukcji znieczulenia w badanych grupach.....	71
Ryc. 39. Mediana indeksu kurczliwości ICON w badanych grupach.....	72
Ryc. 40. Mediana Indeksu wrażliwości serca (CPI) w trakcie indukcji znieczulenia w badanych grupach.....	73
Ryc. 41. Mediana wartości zawartości wody w klatce piersiowej (TFC) w trakcie indukcji znieczulenia w badanych grupach.....	74
Ryc. 42. LVET w 3 minucie znieczulenia w badanych grupach.....	75
Ryc. 43. Mediana wartości LVET w trakcie indukcji znieczulenia w badanych grupach.....	75
Ryc. 44. Częstotliwość uderzeń serca w 5:04 minuty w trakcie przyrządowego udrożnienia dróg oddechowych w badanych grupach.....	77
Ryc. 45. Częstotliwość uderzeń serca w 5:08 minuty w trakcie przyrządowego udrożnienia dróg oddechowych w badanych grupach.....	78
Ryc. 46. Częstotliwość uderzeń serca w 5:12 minuty w trakcie przyrządowego udrożnienia dróg oddechowych w badanych grupach.....	78
Ryc. 47. Częstotliwość uderzeń serca w 5:20 minuty w trakcie przyrządowego udrożnienia dróg oddechowych w badanych grupach.....	78
Ryc. 48. Częstotliwość uderzeń serca w 5:28 minuty w trakcie przyrządowego udrożnienia dróg oddechowych w badanych grupach.....	79
Ryc. 49. Częstotliwość uderzeń serca w 5:36 minuty w trakcie przyrządowego udrożnienia dróg oddechowych w badanych grupach.....	79

Ryc. 50. Częstotliwość uderzeń serca w 5:40 minuty w trakcie przyrządowego udrożnienia dróg oddechowych w badanych grupach.....	80
Ryc. 51. Częstotliwość uderzeń serca w 5:44 minuty w trakcie przyrządowego udrożnienia dróg oddechowych w badanych grupach.....	80
Ryc. 52. Częstotliwość uderzeń serca w 5:48 minuty w trakcie przyrządowego udrożnienia dróg oddechowych w badanych grupach.....	81
Ryc. 53. Częstotliwość uderzeń serca w 5:52 minuty w trakcie przyrządowego udrożnienia dróg oddechowych w badanych grupach.....	81
Ryc. 54. Mediana HR w trakcie przyrządowego udrażniania dróg oddechowych w badanych grupach.....	82
Ryc. 55. Mediana rzutu serca (CO) w trakcie przyrządowego udrażniania dróg oddechowych w badanych grupach.....	84
Ryc. 56. SV w 5:28 minucie znieczulenia w badanych grupach.....	85
Ryc. 57. SV w 5:32 minucie znieczulenia w badanych grupach.....	86
Ryc. 58. SV w 5:36 minucie znieczulenia w badanych grupach.....	86
Ryc. 59. Mediana SV w trakcie przyrządowego udrożniania dróg oddechowych w badanych grupach.....	86
Ryc. 60. SVR w 5:28 minuty znieczulenia, podczas przyrządowego udrażniania dróg oddechowych w badanych grupach.....	88
Ryc. 61. Mediana SVR w trakcie przyrządowego udrażniania dróg oddechowych w badanych grupach.....	88
Ryc. 62. Mediana Wskaźnika Indeksu Kurczliwości (ICON) w trakcie przyrządowego udrażniania dróg oddechowych w badanych grupach.....	90
Ryc. 63. Wskaźnik wrażliwości serca (CPI) w 5:28 minucie znieczulenia w badanych grupach.....	92
Ryc. 64. Mediana Wskaźnika Wrażliwości Serca (CPI) w trakcie przyrządowego udrażniania dróg oddechowych w badanych grupach.....	92
Ryc. 65. Mediana wartości Zawartości wody w klatce piersiowej (TFC) w trakcie przyrządowego udrażniania dróg oddechowych.....	94
Ryc. 66. Mediana LVET w trakcie przyrządowego udrażniania dróg oddechowych w badanych grupach.....	96
Ryc. 67. HR w trakcie 10 minuty znieczulenia, w badanych grupach.....	97
Ryc. 68. HR w trakcie 15 minuty znieczulenia, w badanych grupach.....	98
Ryc. 69. HR w trakcie 20 minuty znieczulenia, w badanych grupach.....	98
Ryc. 70. HR w trakcie 25 minuty znieczulenia, w badanych grupach.....	99

Ryc. 71. Mediana HR w trakcie podtrzymywania znieczulenia w badanych grupach.....	99
Ryc. 72. CO w 10 minucie znieczulenia w badanych grupach.....	100
Ryc. 73. Mediana wartości CO w badanych grupach.....	101
Ryc. 74. Objętość wyrzutowa w 10 minucie znieczulenia w badanych grupach.....	102
Ryc. 75. Mediana objętości wyrzutowej w trakcie podtrzymywania znieczulenia w badanych grupach.....	102
Ryc. 76. Mediana SVR w trakcie podtrzymywania znieczulenia w badanych grupach.....	104
Ryc. 77. Mediana wartości Indeksu Kurczliwości Serca (ICON) w trakcie podtrzymywania znieczulenia.....	105
Ryc. 78. Mediana Wskaźnika Wrażliwości Serca (CPI) w trakcie podtrzymywania znieczulenia w badanych grupach.....	106
Ryc. 79. Mediana wartości zawartości wody w klatce piersiowej (TFC) w trakcie podtrzymywania znieczulenia, w badanych grupach.....	107
Ryc. 80. Mediana wartości LVET w trakcie podtrzymywania znieczulenia w badanych grupach.....	108
Ryc. 81. Czas (w minutach) od zakończenia znieczulenia do ekstubacji lub usunięcia maski krtaniowej i-gel w badanych grupach.....	109
Ryc. 82. Mediana, minimum, maksimum wartości czasu od zakończenia znieczulenia do ekstubacji lub usunięcia maski krtaniowej w badanych grupach.....	110
Tabela nr 1. Prawidłowe wartości ciśnienia tętniczego u noworodków.....	36
Tabela nr 2. Hemodynamiczne wartości referencyjne dla noworodka, w zależności od wieku postkonceptyjnego wg K-H Hsu.....	36
Tabela nr 3. Charakterystyka grupy badanej I (rurka intubacyjna) pod względem czasu trwania zabiegu, dojrzałości ciążowej i masy ciała.....	38
Tabela nr 4. Charakterystyka grupy badanej II (maska krtaniowa igel) pod względem czasu trwania zabiegu, dojrzałości ciążowej i masy ciała.....	38
Tabela nr 5. Charakterystyka obu grup badanych pod względem płci.....	39
Tabela nr 6. Charakterystyka zabiegów w grupie I (rurka intubacyjna).....	40
Tabela nr 7. Charakterystyka zabiegów w grupie II (maska krtaniowa).....	41
Tabela nr 8. Czasu (w sekundach) potrzebny do założenia przyrządu do udrożnienia dróg oddechowych.....	42
Tabela nr 9. Liczba prób potrzebnych do założenia maski krtaniowej bądź rurki intubacyjnej w obu grupach badanych.....	43
Tabela nr 10. Przeciek (Vti-Vte) w ml- mediana, maximum, minimum, średnia, SD w grupie I.....	44

Tabela nr 11. Przepięk (Vti-Vte) w ml- mediana, maximum, minimum, średnia, SD w grupie II.....	45
Tabela nr 12. Ocena częstości powikłań w badanych grupach.....	46
Tabela nr 13. NIRS w trakcie indukcji znieczulenia- grupa I.....	47
Tabela nr 14. NIRS w trakcie indukcji znieczulenia- grupa II.....	47
Tabela nr 15. NIRS w trakcie przyrządowego intubacji - grupa I.....	49
Tabela nr 16. NIRS w trakcie zakładania maski w- grupa II.....	50
Tabela nr 17. NIRS w trakcie podtrzymywania znieczulenia- grupa I.....	52
Tabela nr 18. NIRS w trakcie podtrzymywania znieczulenia- grupa II.....	52
Tabela nr 19. SpO2 w trakcie indukcji znieczulenia - grupa I.....	54
Tabela nr 20. SpO2 w trakcie indukcji znieczulenia - grupa II.....	54
Tabela nr 21. SpO2 w trakcie intubacji- grupa I.....	55
Tabela nr 22. SpO2 w trakcie zakładania maski krtaniowej- grupa II.....	56
Tabela nr 23. Wartości SpO2 w trakcie podtrzymywania znieczulenia w grupie I.....	58
Tabela nr 24. Wartości SpO2 w trakcie podtrzymywania znieczulenia w grupie II.....	58
Tabela nr 25. Współczynnik ekstrakcji tlenu w trakcie indukcji znieczulenia w grupie I.....	60
Tabela nr 26. Współczynnik ekstrakcji tlenu w trakcie indukcji znieczulenia w grupie II.....	60
Tabela nr 27. Współczynnik ekstrakcji tlenu w trakcie zakładania maski krtaniowej- grupa I.....	61
Tabela nr 28. Współczynnik ekstrakcji tlenu w trakcie zakładania maski krtaniowej- grupa II.....	62
Tabela nr 29. Wartości O2 Er w trakcie podtrzymywania znieczulenia w grupie I.....	64
Tabela nr 30. Wartości O2 Er w trakcie podtrzymywania znieczulenia w grupie II.....	64
Tabela nr 31. Wartości HR w trakcie indukcji znieczulenia w grupie I.....	65
Tabela nr 32. Wartości HR w trakcie indukcji znieczulenia w grupie II.....	66
Tabela nr 33. Rzut serca (CO) w trakcie indukcji znieczulenia w grupie I.....	67
Tabela nr 34. Rzut serca (CO) w trakcie indukcji znieczulenia w grupie II.....	67
Tabela nr 35. Objętość wyrzutowa w indukcji znieczulenia w grupie I.....	68
Tabela nr 36. Objętość wyrzutowa w trakcie indukcji znieczulenia w grupie II.....	68
Tabela nr 37. Wartości SVR w trakcie indukcji znieczulenia w grupie I.....	69
Tabela nr 38. Wartości SVR w trakcie indukcji znieczulenia w grupie II.....	70
Tabela nr 39. Indeks kurczliwości serca w trakcie indukcji znieczulenia w grupie I.....	71
Tabela nr 40. Indeks kurczliwości serca w trakcie indukcji znieczulenia w grupie II.....	71
Tabela nr 41. Wartości indeksu wrażliwości serca w trakcie indukcji znieczulenia w grupie I.....	72
Tabela nr 42. Wartości indeksu wrażliwości serca w trakcie indukcji znieczulenia w grupie II.....	72
Tabela nr 43. Zawartość płynu w klatce piersiowej (TFC) w grupie I, w trakcie indukcji znieczulenia.....	73
Tabela nr 44. Zawartość płynu w klatce piersiowej (TFC) w grupie II, w trakcie indukcji znieczulenia.....	73

Tabela nr 45. LVET w trakcie indukcji znieczulenia w grupie I.....	74
Tabela nr 46. LVET w trakcie indukcji znieczulenia w grupie II.....	74
Tabela nr 47. HR w trakcie intubacji- grupa I.....	76
Tabela nr 48. HR w trakcie zakładania maski krtaniowej i-gel- grupa II.	76
Tabela nr 49. Rzut serca w trakcie intubacji- grupa I.....	83
Tabela nr 50. Rzut serca w trakcie zakładania maski krtaniowej- grupa II.....	83
Tabela nr 51. Objętość wyrzutowa (SV) w trakcie intubacji- grupa I.....	84
Tabela nr 52. Objętość wyrzutowa (SV) w trakcie zakładania maski krtaniowej- grupa II.....	85
Tabela nr 53. Systemowy opór naczyniowy (SVR) w trakcie intubacji- grupa I.....	87
Tabela nr 54. Systemowy opór naczyniowy (SVR) w trakcie zakładania maski krtaniowej- grupa II.....	87
Tabela nr 55. Wskaźnik kurczliwości serca (ICON) w trakcie intubacji- grupa I.....	89
Tabela nr 56. Wskaźnik kurczliwości serca (ICON) w trakcie zakładania maski krtaniowej- grupa II.....	89
Tabela nr 57. Indeks wrażliwości serca (CPI) w trakcie intubacji- grupa I.....	91
Tabela nr 58. Indeks wrażliwości serca (CPI) w trakcie zakładania maski krtaniowej- grupa II.....	91
Tabela nr 59. Zawartość wody w klatce piersiowej (TFC) w trakcie intubacji- grupa I.....	93
Tabela nr 60. Zawartość wody w klatce piersiowej (TFC) w trakcie zakładania maski krtaniowej- grupa II.....	93
Tabela nr 61. Wartości LVET w trakcie intubacji- grupa I.....	95
Tabela nr 62. Wartości LVET w trakcie zakładania maski krtaniowej- grupa II.....	95
Tabela nr 63. HR w trakcie podtrzymywania znieczulenia- grupa I.....	97
Tabela nr 64. HR w trakcie podtrzymywania znieczulenia- grupa II.....	97
Tabela nr 65. CO w trakcie podtrzymywania znieczulenia- grupa I.....	100
Tabela nr 66. CO w trakcie podtrzymywania znieczulenia- grupa II.....	100
Tabela nr 67. SV w trakcie podtrzymywania znieczulenia- grupa I.....	101
Tabela nr 68. SV w trakcie podtrzymywania znieczulenia- grupa II.....	102
Tabela nr 69. SVR w trakcie podtrzymywania znieczulenia- grupa I.....	103
Tabela nr 70. SVR w trakcie podtrzymywania znieczulenia- grupa II.....	103
Tabela nr 71. ICON w trakcie podtrzymywania znieczulenia- grupa I.....	104
Tabela nr 72. ICON w trakcie podtrzymywania znieczulenia- grupa II.....	104
Tabela nr 73. CPI w trakcie podtrzymywania znieczulenia- grupa I.....	105
Tabela nr 74. CPI w trakcie podtrzymywania znieczulenia- grupa II.....	105
Tabela nr 75. TFC w trakcie podtrzymywania znieczulenia- grupa I.....	106
Tabela nr 76. TFC w trakcie podtrzymywania znieczulenia- grupa II.....	107
Tabela nr 77. LVET w trakcie podtrzymywania znieczulenia- grupa I.....	107

Tabela nr 78. LVET w trakcie podtrzymywania znieczulenia- grupa II.....	108
Tabela nr 79. Porównanie wartości czasu (w minutach) od zakończenia znieczulenia do ekstubacji lub usunięcia maski krtaniowej w badanych grupach.....	109

Wykaz skrótów

BDM- bronchopulmonary dysplasia (dysplazja oskrzelowo- płucna)

CI- cardiac index (indeks sercowy)

CO- cardiac output (rzut serca)

CPAP- continous positive airway pressure (dodatnie ciśnienie w drogach oddechowych)

ECF- extracellular fluid (płyn pozakomórkowy)

ELBW- extremely low birth weight (skrajnie mała urodzeniowa masa ciała)

FRC- functional residua capacity (czynnościowa pojemność zalegająca)

GFR- glomerular filtration rate (przesączanie kłębuszkowe)

ICF- intracellular fluid (płyn wewnątrzkomórkowy)

LCW- left chamber work (praca lewej komory)

LBW- low birth weight (mała urodzeniowa masa ciała)

LMA- laryngeal mask airway (maska krtaniowa)

MAC- mean alveolar concentration (minimalne stężenie gazu)

MAP- mean arterial pressure (średnie ciśnienie tętnicze)

NIRS- near infrared spectroscopy (spektroskopia bliskiej podczerwieni)

PTO- Polskie Towarzystwo Okulistyczne

R- resistance (opór; impedancja)

ROP- retinopathy of prematurity (retinopatia wcześniaków)

RDS- Respiratory Distress Syndrome (Zespół Zaburzeń Oddychania)

rSo₂- regional cerebral oxygen saturation (regionalna oksymetria mózgowa)

SD- standard deviation (odchylenie standardowe)

SI- stroke index (indeks wyrzutowy serca)

SSVR- systemic vascular resistance (opór naczyniowy)

SV- stroke volume (objętość wyrzutowa)

SVR- systemic vascular resistance (obwodowy opór naczyniowy)

SVRI- systemic vascular resistance index (indeks obwodowego oporu naczyniowego)

TFC- thoracic fluid content (zawartość płynów w klatce piersiowej)

WHO- World Health Organization (Światowa Organizacja Zdrowia)

VEGF- Vascular endothelial growth factor (naczyniowódródbłonkowy czynnik wzrostu)

VLBW- very low birth weight (bardzo mała urodzeniowa masa ciała)

1. Wprowadzenie

Wraz z postępowaniem medycyny i zwiększaniem się szans na przeżycie noworodków, które w normalnych warunkach nie są dostatecznie dojrzałe do samodzielnego życia, stajemy przed problemem opieki nad pacjentem, którego przeżycie uzależnione jest od wysokospecjalistycznego leczenia. Jednocześnie postępowanie to pozostawia po sobie szereg następstw, wymagających dalszego leczenia, rehabilitacji, specjalistycznej opieki, która nie kończy się wraz z wypisem dziecka ze szpitala.

Niniejsza rozprawa doktorska dotyczy właśnie takich pacjentów- wcześniaków i „byłych wcześniaków”, u których jednym z wielu następstw, zarówno wcześniactwa jak i związanych z tym powikłań ich leczenia, jest retinopatia- ciężkie schorzenie zagrażające utratą wzroku. Konieczność leczenia operacyjnego tych dzieci wymusza również zapewnienie ochrony przed bólem, stresem okołoperacyjnym i ogólnoustrojowymi powikłaniami. Zadanie to należy do współpracującego z zespołem neonatologicznym i okulistycznym lekarza anestezjologa, który powinien zdawać sobie sprawę, że podejmuje się opieki nad chorym znacznie zwiększonego ryzyka- bardzo małym, nie w pełni dojrzałym i nie w pełni zdrowym.

Znieczulenie dziecka, ciągle rozwijającego się, niedojrzałego organizmu powoduje konieczność zachowania szczególnej ostrożności i dbałości o zastosowanie jak najbardziej bezpiecznych technik i środków. Oczywiście wymaga to pamiętania o różnicach anatomo-fizjologicznych, zapewnienia bezwzględnie bezpiecznych warunków do wykonania znieczulenia i zapewnienia możliwości monitorowania w okresie pooperacyjnym.

Maska krtaniowa jest jednym z najchętniej i najczęściej używanych przez anestezjologów dorosłych sprzętów do podtrzymania drożności dróg oddechowych. Zakładana jest po wprowadzeniu pacjenta do znieczulenia ogólnego, gdy chory śpi. W okresie budzenia maska jest o wiele lepiej tolerowana niż rurka intubacyjna. Używana zwykle tam, gdzie nie jest konieczne użycie rurki intubacyjnej. Są to z reguły zabiegi krótkotrwałe, związane z niewielkim stopniem uszkodzenia tkanek, które nie są połączone z otwarciem jam ciała. Używane przy zabiegach operacyjnych, przy których nie jest konieczne zwiotczenie mięśni np. okulistycznych.

Jest coraz częściej i chętniej stosowana przez anestezjologów znieczulających dzieci ze względu na znacznie mniej nasiloną odpowiedź hemodynamiczną ustroju oraz prosty i atraumatyczny sposób zakładania maski krtaniowej, co pozwala uniknąć powikłań ze strony dróg oddechowych, jak kurcz krtani, kaszel, ból gardła.

1.1. Retinopatia wcześniaków

Retinopatia wcześniaków (ang. *retinopathy of prematurity*- ROP)- proliferacyjna choroba rozwijających się naczyń krwionośnych siatkówki i ciała szklanego.

Retinopatia wcześniaków to choroba niedojrzałej siatkówki. Po urodzeniu nieprawidłowy proces unaczynienia, któremu towarzyszy rozrost tkanki łącznej, prowadzi do powstania patologicznych proliferacji naczynio-włóknistych w siatkówce i ciele szklanym. Zmiany te odwarstwiają siatkówkę i wypełniają wnętrze gałki ocznej, co prowadzi do poważnego uszkodzenia wzroku a nawet do ślepoty¹.

Tlenoterapia jest ważnym, ale niekoniecznym czynnikiem rozwoju ROP². Ponadto do innych przyczyn rozwoju ROP należy stan kliniczny wcześniaka, obecność zaburzeń takich jak hiperglikemia, niedokrwistość, hipoksja, kwasica, zaburzenia koagulologiczne, hiperbilirubinemia³. Nie bez znaczenia pozostają zakażenia wewnątrzmaciczne, a także choroby ze strony matki takie jak nadciśnienie tętnicze, stan przedzucawkowy, nikotynizm, cukrzyca, niedokrwistość, krwawienia w II i III trymestrze ciąży⁴. Nawet przedłużający się poród przedwczesny wpływa na niedotlenienie płodu co zwiększa ryzyko powstania ROP. Z drugiej strony cięcie cesarskie też może mieć wpływ na powstanie ROP⁵.

Leczenie retinopatii ma na celu zahamowanie rozrostu naczyniowłóknistych proliferacji do ciała szklanego i niedopuszczenie do odwarstwienia siatkówki. Jedynym skutecznym postępowaniem jest zniszczenie obwodowej, nieunaczynionej części siatkówki, co zapobiega nadmiernej produkcji czynników naczyniotwórczych (VEGF) i powstawaniu nowych nieprawidłowych naczyń. Ma to na celu zabezpieczenie centralnej części siatkówki, która ma już prawidłowo rozwinięte naczynia i pozwala na zachowanie wzroku. Leczenie preparatami anti- VEGF może być stosowane w monoterapii lub w skojarzeniu z laseroterapią⁶. Podawanie preparatów anti- VEGF obecnie odbywa się *off label* lub za zgodą komisji bioetycznej i rodziców. Po prawidłowo wykonanej fototerapii nie ma wskazań do badania okulistycznego noworodka.



Ryc. 1. Iniekcja dogałkowa u wcześniaka w leczeniu retinopatii wcześniaczej (własność autorki)

1.2. Wcześnieactwo- definicja i kliniczne konsekwencje wcześniactwa, ważne w praktyce anestezyjologicznej

W pracy grupę pacjentów stanowiły wcześniaki i byłe wcześniaki, (w dniu zabiegu między 28 a 58 tygodniem wieku skorygowanego). To ich najbardziej dotyczą powikłania wynikające z wcześniactwa i związanego z nim leczenia.

Według definicji WHO za wcześniaka uważa się noworodka urodzonego po 22 tygodniu ciąży (t.c.), a przed ukończeniem 37 t.c. „Skrajny wcześniak” to dzieci urodzone przed ukończeniem 32 t.c. Tę grupę noworodków dzieli się na:

- noworodki z małą masą ciała (*low birth weight- LBW*) ≤ 2500 g,
- noworodki z bardzo małą masą ciała (*very low birth weight- VLBW*) ≤ 1500 g,
- noworodki ze skrajnie małą masą ciała (*extremely low birth weight- ELBW*) ≤ 1000 g.

Najczęstsze problemy zdrowotne dzieci przedwcześnie urodzonych to:

- niewydolność oddechowa i związana z tym długotrwała wentylacja mechaniczna i tlenoterapia, a w konsekwencji dysplazja oskrzelowo- płucna,
- układ krążenia- niedojrzałe mechanizmy regulacji ciśnienia krwi i przepływów tkankowych nie tylko receptorowe i ośrodkowe, ale także endokrynne; ponadto zwiększona wrażliwość kanałów wapniowych w miokardium. Serce noworodka jest bardziej wrażliwe na depresyjne działanie anestetyków wziewnych i opioidów. Do tego dochodzi jeszcze niejednokrotnie przetrwały przewód tętniczy Botalla⁷,
- ośrodkowy układ nerwowy- niedojrzałe mechanizmy autoregulacji przepływów mózgowych, duża wrażliwość na wahania ciśnienia tętniczego, a co za tym idzie także śródczaszkowego. Ponad to sploty naczyniówkowe komór mózgu są wrażliwe na pęknięcie- co zwiększa ryzyko krwawień do komór mózgu⁸,
- przewód pokarmowy- niedrożność jelit, wytrzewienie, martwicze zapalenie jelit, perforacje przewodu pokarmowego,
- niedojrzałość wątroby i nerek- co zmniejsza eliminację metabolitów- w tym leków stosowanych w anestezyjologii, stwarza to duże ryzyko ich kumulacji,
- termoregulacja- niedojrzałe mechanizmy, opóźniona reakcja na zmiany temperatury otoczenia, cienka skóra i tkanka podskórna, zwiększona utrata ciepła,

Wszystkie te problemy są niezwykle istotne dla anestezyjologa, kiedy styka się z tak wymagającym pacjentem.

1.3. Farmakokinetyka i farmakodynamika wybranych leków anestezyjologicznych u noworodka

Noworodki to bardzo heterogenna grupa pacjentów, gdzie wiek dziecka może wynosić od 22 tygodnia do 50 tygodnia wieku postkonceptyjnego. Ich masa ciała zazwyczaj to przedział 500 gram do 5 kilogramów. Wiek, wzrost, masa ciała, choroby współistniejące a także polipragmazja mają wpływ na farmakokinetykę i farmakodynamikę stosowanych leków.

Przy analizowaniu mechanizmów działania leków u noworodka należy wziąć pod uwagę skład ciała, przepuszczalność barier ustrojowych, budowę ciała, biotransformację leków, wiązanie leków z białkami osocza, wydalanie leków przez nerki, efekty działania leków podawanych matce w okresie ciąży, porodu i karmienia, zaburzenia wczesnej adaptacji noworodka, długość i masę ciała.

Istotną rolę odgrywa zawartość wody i tkanki tłuszczowej. W trakcie ciąży zmniejszeniu ulega całkowita objętość wody i płynu pozakomórkowego (*ang. extracellular fluid- ECF*), natomiast zawartość płynu wewnątrzkomórkowego (*ang. intracellular fluid- ICF*) wzrasta. Pod koniec ciąży i po urodzeniu czynność nerek ulega dużym zmianom⁹. Po urodzeniu płyn z przestrzeni wewnątrzkomórkowej jest przesuwany do przestrzeni zewnątrzkomórkowej.

Leki rozpuszczalne w wodzie po podaniu jednorazowej dawki osiągają mniejsze stężenia w płynach ustrojowych i w tkankach, a co za tym idzie mają słabsze działanie. Wynika to ze znacznie większej objętości wody pozakomórkowej- u noworodka urodzonego w 30 t.c. 60% masy ciała to ECF, u donoszonego noworodka 44% masy ciała to ECF, natomiast 26% masy ciała to ECF u dorosłego człowieka.

Poza tym leki rozpuszczalne w wodzie, ze względu na mniejszą zawartość wody wewnątrzkomórkowej osiągają większe stężenia wewnątrz komórki i wywołują większe działania toksyczne na procesy wewnątrzkomórkowe.

Noworodki są także narażone na ciężkie odwodnienie, do którego dochodzi znacznie łatwiej niż u dorosłego człowieka. Może to powodować zwiększenie stężenia leku w przestrzeni zewnątrzkomórkowej i jego silniejsze działanie a co za tym idzie także toksyczność.

Wcześnieiki mają najniższą zawartość tkanki tłuszczowej- 3% w porównaniu do noworodka 12% czy dorosłego 18%. Dlatego leki rozpuszczalne w tłuszczach osiągają u nich wyższe stężenia.

Duży wpływ na farmakokinetykę i farmakodynamikę podawanych leków ma także większa przepuszczalność barier ustrojowych, a w szczególności nie w pełni wykształcona bariera krew- mózg. Do czasu jej dojrzałości wszystkie leki, bez trudu przenikają do Ośrodkowego Układu Nerwowego¹⁰.

Głównym mechanizmem wydalania leków u noworodków jest przesączanie kłębuszkowe. Wielkość przesączania kłębuszkowego (*ang. glomerular filtration rate- GFR*) jest niska u noworodków donoszonych. U noworodków niedonoszonych wielkość GFR jest niższa, ale znacząco wzrasta około 34 tygodnia wieku postkonceptyjnego. GFR stanowi 30-50% wartości u dorosłych pacjentów¹¹. Powoduje to utrzymywanie się dużego stężenia leku w surowicy i wydłużenie jej biologicznego okresu półtrwania.

1.4. Zabezpieczenie dróg oddechowych u noworodka

Różnice w budowie dróg oddechowych u najmłodszych dzieci bezpośrednio wpływają na przebieg znieczulenia i wymagają rzetelnej znajomości anatomii noworodka. Głowa jest duża w porównaniu do reszty ciała, osadzona na krótkiej, wiotkiej szyi. Wymiar potyliczny jest większy niż u niemowląt czy starszych dzieci. Stosunek mózgowczaszki do twarzy u noworodków wynosi 8:1 (6:1 u 2 letnich dzieci i 4:1 u 5- latków), co powoduje przygięcie głowy do klatki piersiowej upośledzając drożność górnych dróg oddechowych¹². Wymusza to naturalne zgięcie kręgosłupa szyjnego, które może doprowadzić do obturacji górnych dróg oddechowych podczas spontanicznego oddychania czy wentylacji maską twarzową.

Długa, zwisająca nagłównia, która utrudnia intubację. Fizjologiczne zwężenie poniżej strun głosowych, na poziomie chrząstki pierścieniowatej, co usposabia do stridoru w wyniku obrzęku śluzówki lub kurczu krtani. Mała odległość między chrząstką pierścieniową a rozwidleniem tchawicy. Nie należy zapominać, że u noworodka oskrzela główne odchodzą pod równym kątem od tchawicy (51°).

Małe dzieci mają także wiotką i bardzo podatną klatkę piersiową, w wyniku niecałkowitego skostnienia żeber i słabo rozwiniętych mięśni międzyżebrowych. Z kolei płuca charakteryzują się małą podatnością, co utrudnia wentylację mechaniczną. Niewielki przekrój dróg oddechowych i duża skłonność do obrzęku usposabiają do obturacji. Mała czynnościowa pojemność zalegająca wymusza stosowanie dodatkich ciśnień końcowo- wydechowych ze względu na znaczne ryzyko niedodmy. Obniżona wrażliwość ośrodka oddechowego na wzrost pCO₂ sprzyja bezdechom¹³.

Te odmienności skłoniły badaczy to poszukania alternatywnych metod udroźniania dróg oddechowych.

1.4.1. Rurka intubacyjna

Rurka intubacyjna to swego rodzaju cewnik, używany w celu utrzymania drożności dróg oddechowych. Zbudowana z silikonu lub plastiku, z nadmuchiwanym mankietem lub bez, używany w celu utrzymania drożności dróg oddechowych lub w zapobieganiu konsekwencjom niewydolności oddechowej.

Wskazania do intubacji dotchawiczej zwyczajowo zależą od czasu trwania zabiegu operacyjnego, ryzyka aspiracji treści żołądkowej oraz funkcji płuc.

Generalizując intubacja dotchawicza wskazana jest w dużych zabiegach na otwartych jamach ciała (brzuch, klatka piersiowa) oraz w neurochirurgii.



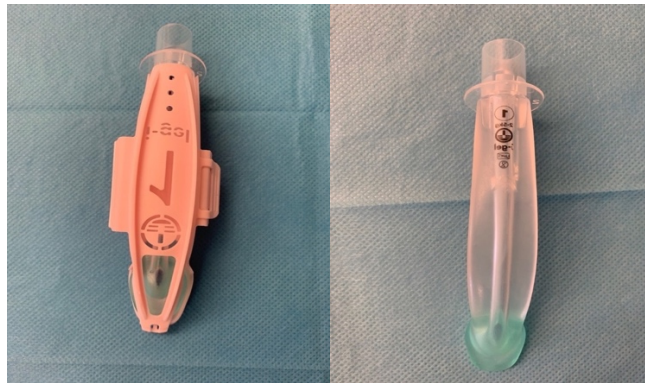
Ryc. 2. Rurka intubacyjna bez mankietu, rozmiar 3,0; laryngoskop Miller'a (własność autorki).

Intubacja dotchawicza wciąż pozostaje standardem w anestezjologii noworodka.

1.4.2. Maska krtaniowa i-gel

I-gel (Intersurgical, Crane House, Molly Millars Lane, Wokingham, Berkshire, RG41 2RZ) w rozmiarze 1 to nowy model maski krtaniowej bez mankietu. Zbudowany z termoelastomeru, z anatomicznie wyprofilowanym mankietem żelowym, który pod wpływem ciepła szczelnie dopasowuje się do struktur anatomicznych gardła dolnego.

Wyposażona jest w mankiet bez funkcji nadmuchiwania, zintegrowany bloker zgryzu oraz stabilizator położenia. Nie powoduje uszkodzeń i podrażnień krtani i gardła, co zmniejsza ryzyko obturacji dróg oddechowych¹⁴. I-gel jest skutecznym i bezpiecznym urządzeniem do zapewnienia drożności dróg oddechowych. Łatwo się je zakłada, umożliwia efektywną wentylację i niesie ze sobą niewielkie ryzyko powikłań co zostało udowodnione w niektórych doniesieniach dotyczących głównie resuscytacji krążeniowo-oddechowej prowadzonej przy użyciu maski I-gel nr 1¹⁵.



Ryc. 3. Maska krtaniowa i-gel, rozmiar 1 (własność autorki).

1.5. Monitorowanie śródoperacyjne

Niedotlenienie i niedokrwienie to główne przyczyny zaburzeń przepuszczalności bariery krew-mózg prowadzących do zaburzeń autoregulacji przepływu u wcześniaków i noworodków. Zaburzenia utlenowania mózgowego niosą ze sobą groźne następstwa, dlatego tak ważne jest monitorowanie utlenowania i ukrwienia OUN.

Dotychczasowo w trakcie znieczulenia możliwe było monitorowanie w sposób ciągły czynności serca, wysycenia krwi tlenem, objętości końcowowdechowej dwutlenku węgla, ilości oddechów, ciśnienia tętniczego. Niestety żadna z tych metod nie umożliwia bezpośredniego, ciągłego nieinwazyjnego monitorowania ośrodkowego układu nerwowego czy parametrów hemodynamicznych dotyczących przepływu krwi, kurczliwości serca, statusu wolemii.

W ostatnim czasie wprowadzono do praktyki klinicznej dwie nowe metody: spektroskopię w bliskiej podczerwieni (NIRS) oraz bioimpedancję elektryczną klatki piersiowej (monitor ICON). NIRS umożliwia ciągłą, nieinwazyjną ocenę utlenowania OUN, a monitor ICON ocenę parametrów hemodynamicznych¹⁶.



Ryc. 4. Monitorowanie podstawowych parametrów życiowych podczas zabiegu operacyjnego (wł. autorki)

1.5.1. Kardiometria elektryczna

Za pomocą kardiometrii elektrycznej można zmierzyć opór elektryczny prądu zmiennego określonej części ciała. U jej podstaw leży elektryczna bioimpedancja klatki piersiowej¹⁷. Umożliwia szybką diagnozę chorych w stanach zagrożenia życia. Jej przydatność w populacji pediatrycznej została oceniona w kilku badaniach klinicznych^{18, 19, 20}. Niestety w obecnie nie ma wielu badań dotyczących pacjentów neonatologicznych²¹.

Sala operacyjna to miejsce, w którym można z powodzeniem wykorzystać kardiometrię elektryczną²². Można na bieżąco oceniać stan mięśnia sercowego i układu krążenia, bezzwłocznie podejmować potrzebne interwencje²³. Przebieg znieczulenia zależy nie tylko od obciążeń pacjenta, ale także w dużej mierze od wyboru techniki znieczulenia i działań podjętych przez operatorów. Śródoperacyjne monitorowanie parametrów hemodynamicznych jest szczególnie ważne u pacjentów obciążonych kardiologicznie lub mających kilka schorzeń (RDS, niewydolność nerek, niedotlenienie okołoporodowe, krwawienia dokomorowe)^{24, 25}. Dzięki monitorowanym parametrom takim jak rzut serca, obwodowy opór naczyniowy, indeks kurczliwości, dowóz tlenu, wskaźnik czasu skurczu serca, zawartość płynu w klatce piersiowej anestezjolog ma możliwość natychmiastowego korygowania dawek anestetyków, analgetyków, ograniczania lub przyspieszania płynoterapii, a także włączania leków inotropowych czy antyarytmicznych²⁶.

Kardiometria elektryczna umożliwia także optymalne ustawienie parametrów wentylacji u chorych w oddziale intensywnej terapii jak i poddanych zabiegom chirurgicznym²⁷. Można oceniać skuteczność respiratoroterapii, oceniać jej wpływ na niewydolny mięsień sercowy i korygować nastawy wentylacji.

Kardiometria elektryczna jest metodą nieinwazyjną, w sposób ciągły informuje o przepływie krwi, poziomie płynów, kurczliwości serca i układzie krążenia. Łatwość wykonania, powtarzalność, brak oddziaływania na pacjenta, możliwość monitorowania parametrów hemodynamicznych sprawiają, że metoda ta jest stosowana w diagnostyce i monitorowaniu leczenia chorób serca, układu krążenia, schorzeń innych układów i nagłych stanów przebiegających z zaburzeniami hemodynamicznymi. Jest także wykorzystywana jako element monitorowania śródoperacyjnego w oddziałach intensywnej terapii pomagając w podejmowaniu natychmiastowych decyzji.

W obecnej chwili jest bardzo mało badań dotyczących zastosowania tej metody w anestezjologii pacjentów neonatologicznych^{28, 29}.

1.5.2. Spektroskopia w bliskiej podczerwieni (NIRS)

Oksymetria tkankowa pozwala na pomiar utlenowania mieszanej krwi z przewagą krwi żyłnej³⁰. Pozwala na ocenę zużycia tlenu przez tkanki. NIRS jest wykorzystywana do monitorowania sprawności mikrokrążenia danego narządu³¹. Podstawę teoretyczną działania NIRS stanowi prawo Beera.

Pomiary NIRS określa się jako saturację tkankową- stężenie tlenu w drobnych naczyniach krwionośnych^{32, 33}. Hemoglobina będąca w polu czujnika jest w 75% składnikiem krwi żyłnej, w 20% krwi tętniczej i w 5% krwi włosniczkowej. Dlatego wynik należy interpretować jako zgodny z wysyceniem hemoglobiny tlenem we krwi żyłnej³⁴. Saturacja tkankowa zależna jest od przepływu krwi i jej objętości.

NIRS często używany jest do oceny utlenowania ośrodkowego układu nerwowego. Na podstawie dotychczas przeprowadzonych badań uznaje się, że prawidłowe wartości wynoszą 55-85%³⁵.

Niskie wartości oksymetrii mózgowej świadczą o zbyt niskim stężeniu tlenu w mieszaninie oddechowej lub zbyt dużej wentylacji minutowej, hipotensji, hipowolemii, niedokrwistości, czy istotnym hemodynamicznie przepływie krwi przez przewód tętniczy³⁶.

Wysokie wartości regionalnej oksymetrii mózgowej (*ang. Regional cerebral oxygen saturation, rSo2*) najpewniej wskazują wysokie stężenie tlenu w mieszaninie oddechowej, hipoglikemię lub zbyt niską wentylację minutową³⁷.

Prawidłowe utlenowanie mózgu ma duże znaczenie rokownicze. Utrzymywanie się niskiego rSpO2 prowadzi do trwałych uszkodzeń ośrodkowego układu nerwowego³⁸. Obecnie anestezjolog ma nie tylko „uśpić chorego” ale przede wszystkim bezpiecznie przeprowadzić go przez zabieg operacyjny minimalizując wpływ anestetyków na rozwijający się organizm.

Poprzez połączenie oksymetrii mózgowej z innymi pomiarami można uzyskać informacje o stanie utlenowania ośrodkowego układu nerwowego. Jednoczesny zapis utlenowania pulsoksymetrem pozwala wyliczyć współczynnik ekstrakcji tlenu³⁹. Wzrost tego współczynnika może oznaczać zmniejszenie dostarczania tlenu lub wzrost jego zużycia a co za tym idzie wzrost zapotrzebowania. Natomiast obniżenie związane jest ze wzrostem dostarczania tlenu przy stałym zapotrzebowaniu lub zmniejszone zużycie tlenu.

Mierząc oksymetrię mózgową wraz z ciśnieniem tętniczym otrzymujemy informację dotyczące autoregulacji przepływu mózgowego. W prawidłowych warunkach pomimo wahań ciśnienia tętniczego przepływ mózgowy powinien pozostać stały. Zmiany ciśnienia nie mają wpływu na oksymetrię nerwową.

Jednakże w populacji neonatologicznej autoregulacja przepływu mózgowego nie jest w pełni rozwinięta, a w przypadku krwawienia do i okołokomorowego wręcz zaburzona⁴⁰.

Pierwsze zastosowania NIRS dotyczyły pacjentów w trakcie znieczulenia ogólnego, jednakże dotychczas nie ma takich badań odnoszących się do noworodków i wcześniaków. Dotychczasowe prace traktują o wpływie dostępnych środków anestetycznych na oksymetrię mózgową w populacji dziecięcej⁴¹.

Pomiar saturacji tkankowej z wykorzystaniem spektroskopii w bliskiej podczerwieni stanowi dobrą metodę w ocenie regionalnego wysycenia tkanek tlenem i stanowi bardzo cenne źródło informacji dla anestezjologa. W sposób ciągły, nieinwazyjny pozwala na monitorowanie ośrodkowego układu nerwowego w trakcie znieczulenia. Pozwala ocenić wpływ anestetyków i opioidów na oksymetrię mózgową pomagając podjąć natychmiastowe interwencje.

1.6. Uzasadnienie podjęcia badań

Wśród priorytetów rozwijającej się neonatologicznej anestezjologii znajduje się nie tylko przeżycie operacji, ale również zminimalizowanie ryzyka powikłań.

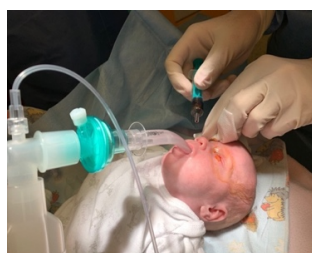
Znieczulenie do zabiegów operacyjnych musi być procedurą bezpieczną, zapewniającą stabilność pacjenta w czasie i po zakończeniu procedury oraz umożliwiać szybkie wybudzenie. Ma to szczególne znaczenie w neonatologii ze względu na niewielkie rezerwy krążeniowo- oddechowe noworodka. Mali pacjenci są także szczególnie wrażliwi nawet na niewielkie bodźce stresowe. Niezwykle ważne jest ograniczenie czasu stosowania wentylacji inwazyjnej ze względu na ryzyko powikłań krótko- i długoterminowych.

Standardową metodą znieczulenia noworodka do zabiegów okulistycznych do tej pory było znieczulenie ogólne z intubacją dotchawiczą. Intubacja dotchawicza jest dużym stresem dla noworodka. Może powodować przejściowe obniżenie utlenowania (w tym mózgowego), tachykardię, wzrost ciśnienia tętniczego, odruchowy bezdech oraz zwiększać ryzyko przedłużonej wentylacji mechanicznej, szczególnie u wcześniaków. Przedłużona wentylacja może prowadzić do pogorszenia rokowania co do jakości życia dziecka w okresie późniejszym, m.in. poprzez zwiększenie ryzyka dysplazji oskrzelowo-płucnej.

Ryzyko to skłoniło do poszukiwań alternatywnych metod zabezpieczenia drożności dróg oddechowych podczas prowadzenia anestezji noworodka. Zgodnie z dostępnymi danymi z piśmiennictwa wentylację noworodka można skutecznie prowadzić przy użyciu maski krtaniowej (ang. *laryngeal mask airway* - LMA)⁴². Opisywane zastosowania masek krtaniowych w neonatologii dotyczyły głównie resuscytacji. Uwzględniając ich udowodnioną przydatność w resuscytacji oraz powszechne wykorzystanie tego narzędzia w znieczuleniach starszych dzieci i dorosłych⁴³, zasadne było podjęcie badań nad zastosowaniem LMA w znieczuleniu noworodka. Tym bardziej, że w wielu pracach dotyczących populacji pediatrycznej zastosowanie masek krtaniowych zmniejsza ilość typowych poanestetycznych powikłań między innymi: desaturacji, kurczu krtani, kaszlu, wstrzymywania oddechu^{44, 45, 46}.

Maska krtaniowa została zaprojektowana na początku lat 80. XX wieku przez brytyjskiego anestezjologa Archibalda Braina, a już w grudniu 1987 r została wprowadzona do użycia w Wielkiej Brytanii. Zaprojektowana jako alternatywna, bezpieczna metoda udrażniania dróg oddechowych, umożliwia prowadzenie skutecznej wentylacji zastępczej w warunkach sali operacyjnej zarówno u dorosłych jak i u dzieci⁴⁷.

W anestezji z użyciem maski krtaniowej praktycznie nie obserwuje się niepożądanych reakcji ze strony dróg oddechowych, co ma szczególne znaczenie w populacji pediatrycznej. Ostatnio zyskuje na popularności jako alternatywa intubacji w przypadku trudnych dróg oddechowych⁴⁸, ze względu na prosty i szybki sposób zakładania, nawet dla niedoświadczonej osoby.



Ryc. 5. Wcześnieiak znieczulany z użyciem maski krtaniowej i-gel do zabiegu okulistycznego w leczeniu retinopatii wcześniaków (własność autorki).

W wielu badaniach dotyczących dzieci wykazano, że użycie maski krtaniowej związane jest z mniejszymi incydentami desaturacji, kurczu krtani, kaszlu i zatrzymania oddechu^{49, 50, 51, 52, 53}. Maski krtaniowa i-gel wydaje się być bezpieczną alternatywą dla intubacji w Neonatologii szczególnie do krótkich zabiegów, niewymagających użycia środków zwiotczających mięśnie. W dotychczasowym piśmiennictwie nie ma badań dotyczących znieczulenia z użyciem maski krtaniowej I-gel nr 1 w populacji neonatologicznej.

2. Założenia i cel pracy

Celem pracy jest ocena bezpieczeństwa i efektywności znieczulenia ogólnego z użyciem maski krtaniowej w porównaniu do znieczulenia z wykorzystaniem intubacji dotchawiczej.

Założenia:

1. Zastosowanie maski krtaniowej w znieczuleniu ogólnym do zabiegów okulistycznych noworodka pozwoli na zmniejszenie odpowiedzi stresowej organizmu i zapewnienie szybszego niż w przypadku intubacji odzyskiwania przez pacjenta wydolności oddechowej po operacji. Pozwoli to także na skrócenie czasu mechanicznej wentylacji.
2. Zastosowanie maski krtaniowej nie wywołuje depresji układu krążenia wyrażonej spadkiem HR, CO, SV, ICON, CPI, LVET, a wzrostem SVR, TFC, w porównaniu do znieczulenia z użyciem rurki intubacyjnej.
3. Zastosowanie maski krtaniowej wiąże się z mniejszymi wahaniami utlenowania mózgowego (NIRS), w porównaniu do znieczulenia z intubacją dotchawiczą.

3. Materiał i metody

3.1. Dobór chorych

Badania zostały przeprowadzone po uzyskaniu zgody Komisji Bioetycznej przy Uniwersytecie Medycznym im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu.

Badaniem objęto łącznie 41 noworodków, poddanych planowym zabiegom okulistycznym w leczeniu retinopatii wcześniaczej: przezżreniczna fotokoagulacja laserowa (21), iniekcja dogątkowe z ranibizumabu (13), witrektomia (6).

Badanie z wykorzystaniem losowych prób kontrolnych (RCT). Do randomizacji wykorzystano nieodpłatny program <https://www.randomizer.org/>. W sposób losowy przydzielono sposób zabezpieczenia dróg oddechowych: rurka intubacyjna lub maska krtaniowa.

Kryteria włączenia pacjentów do badania obejmowały:

- noworodki poddane krótkim (do 1,5 godziny) operacjom okulistycznym.

Kryteriami wykluczenia z badania były:

- zależność od respiratora,
- nieprawidłowe położenie maski krtaniowej po 3 próbie założenia,
- trudna „urazowa intubacja”.

3.2. Przygotowanie i przebieg znieczulenia

Każdemu pacjentowi po przybyciu na salę operacyjną podłączono monitorowanie, na które składało się:

- pomiar saturacji i czynności serca z wykorzystaniem pulsoksymetrii,
- pośredni pomiar ciśnienia tętniczego (mankiet dopasowany wielkością do rozmiaru ciała dziecka, na ramieniu),
- ciepłota ciała
- kapnografia, monitor gazów anestetycznych (zintegrowany z aparatem do znieczulenia Ohmeda Aespire 7900 lub aparatem Maquet).
- ocena utlenowania mózgowego z wykorzystaniem spektroskopii w bliskiej podczerwieni (NIRS)
- nieinwazyjna ocena parametrów hemodynamicznych (m.in. rzutu serca- ICON)



Ryc. 6. Monitorowanie podstawowych parametrów życiowych podczas zabiegu operacyjnego (wł. autorki)

Indukcję znieczulenia ogólnego metodą złożoną przeprowadzono z użyciem:

- sevofluranu- metodą wzrastających stężeń (od 2 do 5,5 Vol%)
- remifentanylu w dawce 0,3-0,5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ masy ciała,

Po uzyskaniu odpowiedniego poziomu analgosedacji (zanik odruchu rzęsowego) założono maskę krtaniową I-gel rozmiar 1 (Intersurgical, LTD, UK) lub rurkę intubacyjną w rozmiarze 2.5-3.5 (Vygon, France; bez mankieta).



Ryc. 7. Udrożnienie dróg oddechowych przy pomocy maski krtaniowej igel nr 1 (wł. autorki)

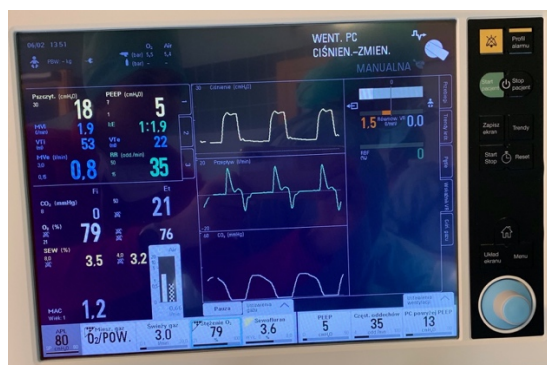
Prowadzono wentylację mechaniczną za pomocą aparatu do znieczulenia Ohmeda Aespire 7900 lub Maquet w trybie ciśnieniowo- zmiennym (pressure control ventilation- PCV); parametry wentylacji dobrane tak, aby utrzymać saturację mierzoną za pomocą pulsoksymetrii w przedziale 90-95% oraz stabilne EtCO₂ w granicach 35-45mmHg.

Prawidłowe położenie maski krtaniowej potwierdzono poprzez:

- brak słyszalnego powietrza „uciekającego” z jamy ustnej,
- wysłuchanie szmeru pęcherzykowego przy pomocy stetoskopu
- obserwację ruchów klatki piersiowej,
- ocenę przecieku (porównując objętości wdechowe i wydechowe)- monitor gazów anestetycznych (zintegrowany z aparatem do znieczulenia Ohmeda Aespire 7900 lub Maquet).

Podtrzymanie znieczulenia realizowano z wykorzystaniem:

- Ciągłego wlewu remifentanylu 0,1-0,3 µg/kg/min,
- Stałego przepływu sevofluranu 2,8- 3,3 Vol %, w mieszaninie O₂ i powietrza- 3L/min.



Ryc. 8. Zapis monitora aparatu do znieczulenia Maquet przedstawiający parametry wentylacji podczas zabiegu (wł. autorki)

W obu grupach badanych:

- w sposób ciągły oceniano utlenowanie mózgowe oraz kardiometrię elektryczną przy pomocy monitora ICON- dane gromadzono w sposób cyfrowy
- oceniono częstość występowania powikłań: desaturacji, kurczu krtani, bradykardii, kaszlu, zatrzymania oddechu, obecność krwi na urządzeniu
- oceniono wielkość przecieku, odejmując objętość oddechową wydechową od objętości oddechowej wdechowej (analizator gazów).

3.3. Zakres wartości przyjętych za prawidłowe

Ze względu na różnice dotyczące wartości prawidłowych poszczególnych parametrów życiowych u noworodków występujące w różnych podręcznikach, postanowiono przyjąć jeden punkt odniesienia („Residents Handbook of Neonatology”- H.Kirpalani, A.M. Moore, M.Perlman, wydanie polskie pod redakcją prof. Dr hab. n. med. Marii K. Kornackiej, Wydawnictwo MediPage, Warszawa 2009)⁵⁴.

Prawidłowa czynność serca: 80-180 uderzeń na minutę

Prawidłowa saturacja: dla noworodków poniżej 26 tygodnia wieku postkonceptyjnego między 85-90%. , noworodków między 26-32 t.c. – 88-92%, 32-36 t.c. oraz >37 t.c. powyżej 95%.

Normy ciśnienia tętniczego „Podręcznik neonatologii” podaje jako źródło norm dla ciśnienia tętniczego kilka badań przeprowadzonych w różnych populacjach. Za górną i dolną granicę normy przyjmuje się wartość 95% przedziału ufności odpowiadającej danemu tygodniowi skorygowanego wieku ciążowego (wieku postkonceptyjnego). Przyjęte wartości tych norm podane zostały w tabeli.

Tabela nr 1. Prawidłowe wartości ciśnienia tętniczego u noworodków⁵⁵

Skorygowany wiek ciążowy	Górna granica- BP skurczowe	Dolna granica- BP skurczowe	Górna granica BP rozkurczowe	Dolna granica BP- rozkurczowe
30	75	45	50	22
32	79	48	53	24
34	83	51	56	26
36	87	54	59	28
38	90	58	62	30

NIRS (spektroskopia bliskiej podczerwieni) ośrodkowego układu nerwowego. W szeregu opublikowanych badań analizowano zmiany utlenowania mózgowego w zależności od wieku postkonceptyjnego. Za wartości referencyjne przyjęto dane opublikowane w 2017 na łamach *Frontiers in Pediatrics*⁵⁶. Wartość rScO₂ (ang *regional oxygen saturation*, regionalne wysycenie tlenem) zaraz po urodzeniu wynosi 40-56% i wzrasta do 78% w pierwszych dwóch dniach życia dziecka. Następnie, w przeciągu 3-6 tygodni, ulega powolnej stabilizacji w zakresie wartości 55-85%.

Kardiometria elektryczna. Za normy przyjęto wartości opublikowane w 2016 roku w *Journal of Perinatology*⁵⁷.

Tabela nr 2. Hemodynamiczne wartości referencyjne dla noworodka, w zależności od wieku postkonceptyjnego wg K-H Hsu⁵⁸.

Wiek postkonceptyjny w tygodniach	CO- rzut serca (l min ⁻¹)	CI- wskaźnik sercowy (l min ⁻¹ per m ²)	HR- czynność serca (uderzeń min ⁻¹)	SV- objętość wyrzutowa (ml)	Zawartość płynów w klatce piersiowej	Index kurczliwości	SVR- systemowy opór naczyniowy (dyn s cm ⁻⁵)
≤ 28	0,23 ± 0,03	2,31 ± 0,26	149 ± 11,4	1,56 ± 0,28	23,0 ± 3,4	77,7 ± 10,9	13756 ± 3485
29-30	0,29 ± 0,06	2,45 ± 0,24	145 ± 8,7	1,99 ± 0,44	22,6 ± 3,4	86,1 ± 15,3	10959 ± 3393
31-32	0,35 ± 0,07	2,69 ± 0,36	142 ± 8,9	2,53 ± 0,47	25,2 ± 4,8	88,7 ± 16,2	8931 ± 2827
33-34	0,35 ± 0,07	2,54 ± 0,32	142 ± 15,7	2,49 ± 0,6	24,6 ± 4,6	82,1 ± 16,4	9911 ± 2722
35-36	0,43 ± 0,08	2,64 ± 0,33	136 ± 13,5	3,22 ± 0,70	27,7 ± 6,1	78,4 ± 14,6	8539 ± 1849
37-38	0,47 ± 0,10	2,49 ± 0,39	131 ± 11,9	3,67 ± 0,72	27,8 ± 5,1	70,0 ± 16,0	8534 ± 2405
39-41	0,53 ± 0,14	2,60 ± 0,54	126 ± 12,1	4,24 ± 0,89	27,0 ± 5,5	69,7 ± 15,3	8391 ± 2500

3.4. Porównywane parametry

Przedziały czasowe, wspólne dla wszystkich grup pacjentów, przyjęte dla porównania między poszczególnymi sposobami postępowania anestezyjologicznego, były następujące:

- ocena w trakcie indukcji znieczulenia- co 1 minutę
- ocena w trakcie intubacji- od 5:04 minuty do 5:52 minuty trwania znieczulenia
- ocena w trakcie trwania znieczulenia- co 10 minut. Dla celów analizy statystycznej parametry porównano do 30 minuty trwania znieczulenia.

Parametry które brano pod uwagę w analizie porównawczej, obejmowały:

1. Czas potrzebny do założenia urządzenia do udrożnienia dróg oddechowych (rurki intubacyjnej w laryngoskopii bezpośredniej lub maski krtaniowej i-gel w rozmiarze nr 1).
2. Oceniono wielkość przecieku porównując objętość oddechową wdechową do objętości oddechowej wydechowej
3. Oceniono częstość występowania powikłań, takich jak desaturacja, kurcz krtani, bradykardia, kaszł, zatrzymanie oddechu, obecność krwi na urządzeniu
4. Wykładniki reakcji stresowej. Założono, że:
 - a. zmiany hemodynamiczne mierzone przy pomocy kardiometrii elektrycznej takie jak tachykardia, bradykardia, spadek rzutu serca, spadek indeksu kurczliwości, wzrost ilości wody pozanaczyniowej w klatce piersiowej, wzrost systemowego oporu naczyniowego oraz
 - b. zmiany utlenowania mózgowego wraz ze zmianami współczynnika ekstrakcji tlenu mogą być objawem stresu towarzyszącemu manewrom na drogach oddechowych.
5. Czas do zaprzestania wentylacji mechanicznej po zabiegu w zależności od zastosowanego sposobu znieczulenia

3.5. Analiza statystyczna

Obliczenia statystyczne wykonała dr n.med. Izabela Miechowicz w Katedrze i Zakładzie Informatyki i Statystyki UMP.

4. Wyniki. Omówienie wyników

Przyjęto następujący schemat omawiania uzyskanych wyników: w tabelach znajdują się średnie wartości danego parametru, wraz z odchyleniem standardowym. Poniżej zazwyczaj podana jest wartość mediany wraz z najmniejszą i największą zmierzoną wartością. Nie zawsze możliwe było uzyskanie danych od wszystkich pacjentów- wtedy w nawiasie podano liczbę przypadków (n ważnych) uwzględnionych w analizie.

4.1. Charakterystyka badanych grup pacjentów

Szczegółowe dane dotyczące płci, masy ciała i dojrzałości analizowanych pacjentów przedstawiały się następująco (nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic pomiędzy badanymi grupami chorych).

Tabela nr 3. Charakterystyka grupy badanej I (rurka intubacyjna) pod względem czasu trwania zabiegu, dojrzałości ciążowej i masy ciała

	Max	Min	Mediana	Średnia	+/- SD
Czas trwania zabiegu- minuty	75	5	40	35,25	18,2
Wiek ciążowy (tydzień ciąży)	40	24	28	26,6	3,4
Wiek w dniu zabiegu (dni)	213	44	75,5	93,9	52,1
Urodzeniowa masa ciała (g)	3550	535	870	980	243
Masa ciała w dniu zabiegu	6700	1418	2665	2815	1279

Tabela nr 4. Charakterystyka grupy badanej II (maska krtaniowa igel) pod względem czasu trwania zabiegu, dojrzałości ciążowej i masy ciała

	Max	Min	Mediana	Średnia	+/- SD
Czas trwania zabiegu	75	6	28,5		
Wiek ciążowy (tydzień ciąży)	40	23	25,5	25,8	1,5
Wiek w dniu zabiegu (dni)	139	29	67,5	74,5	25,2
Urodzeniowa masa ciała (g)	3550	410	840	974	660
Masa ciała w dniu zabiegu	4440	1280	2100	2414	1171

Ryc. 9. Charakterystyka grup badanych pod względem czasu trwania zabiegu, wieku, masy ciała.

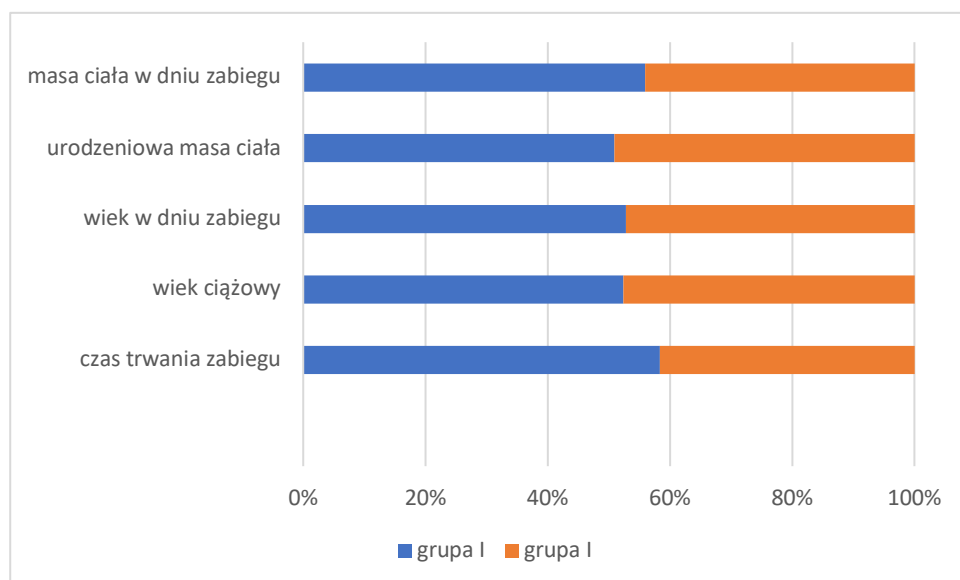
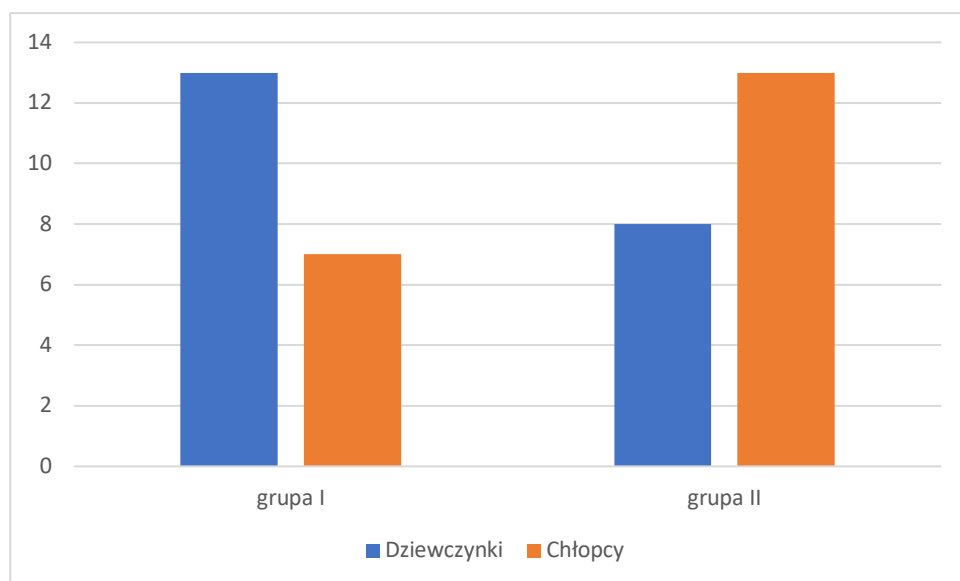


Tabela nr 5. Charakterystyka obu grup badanych pod względem płci

	Dziewczynki		Chłopcy	
	Liczba	Procent	Liczba	%
Grupa I (rurka intubacyjna)	13	65%	7	35%
Grupa II (maska krtaniowa)	8	38,1%	13	61,9%

Ryc. 10. Charakterystyka obu grup badanych pod względem płci



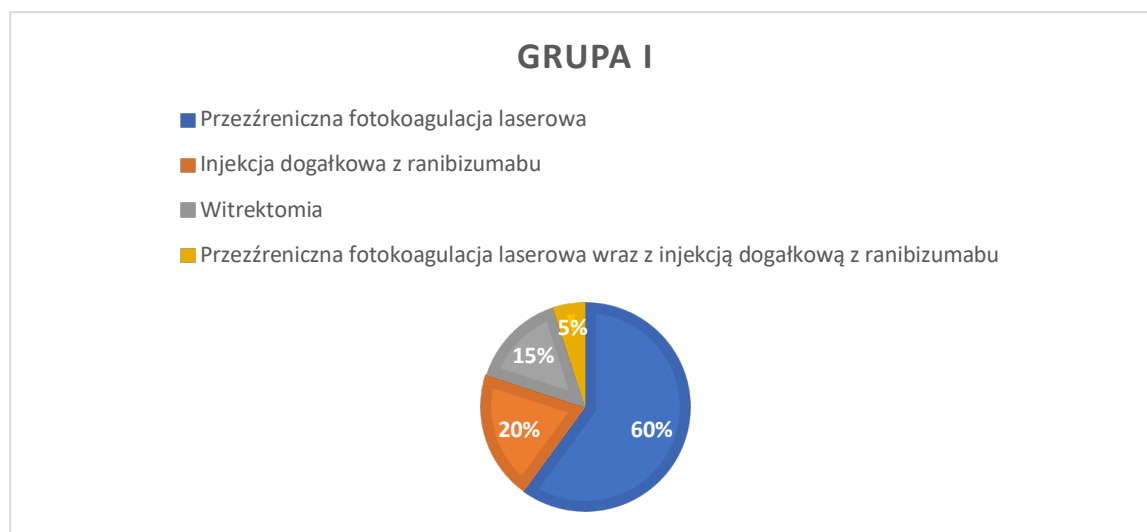
4.2. Rodzaje zabiegów

W grupie I- dzieci znieczulanych z użyciem rurki intubacyjnej przeprowadzono: 12 zabiegów przezręczniczej fotokoagulacji laserowej, 4 zabiegi iniekcji dogałkowej ranibizumabu, 3 zabiegi witrektomii oraz 1 zabieg przezręczniczej fotokoagulacji laserowej wraz z iniekcją dogałkową ranibizumabu.

Tabela nr 6. Charakterystyka zabiegów w grupie I (rurka intubacyjna)

Rodzaj zabiegu	Liczba	%
Przezręcznicza fotokoagulacja laserowa	12	60%
Iniekcja dogałkowa z ranibizumabu	4	20%
Witrektomia	3	15%
Przezręcznicza fotokoagulacja laserowa wraz z iniekcją dogałkową z ranibizumabu	1	5%

Ryc. 11. Charakterystyka zabiegów w grupie I (rurka intubacyjna)

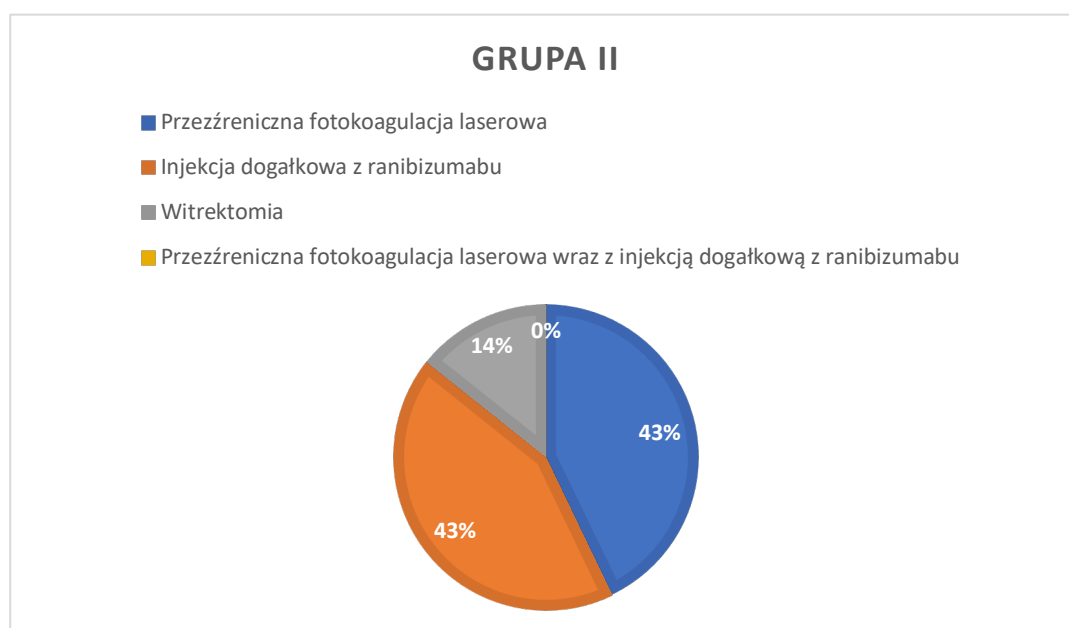


W grupie II- dzieci znieczulanych z maski krtaniowej i-gel nr 1 przeprowadzono: 9 zabiegów przezręczniczej fotokoagulacji laserowej, 9 zabiegów iniekcji dogałkowej ranibizumabu, 3 zabiegi witrektomii oraz żadnego zabiegu przezręczniczej fotokoagulacji laserowej wraz z iniekcją dogałkową ranibizumabu.

Tabela nr 7. Charakterystyka zabiegów w grupie II (maska krtaniowa)

Rodzaj zabiegu	Liczba	%
Przezśreniczna fotokoagulacja laserowa	9	42,3%
Iniekcja dogałkowa z ranibizumabu	9	43,4%
Witrektomia	3	14,3%
Przezśreniczna fotokoagulacja laserowa wraz z iniekcją dogałkową z ranibizumabu	0	0%

Ryc. 12. Charakterystyka zabiegów w grupie II (maska krtaniowa)



4.3. Czas (w sekundach) potrzebny do założenia przyrządu do udrożnienia dróg oddechowych.

Ponieważ brak normalności rozkładu w badanym parametrze do analizy statystycznej wykorzystano test Mana-Whitneya. Wyniki podano z istotnością $p < 0,50$. Wykazano istotne statystycznie różnice w czasie potrzebnym do założenia przyrządu do udrożnienia dróg oddechowych. Założenie maski krtaniowej igel nr 1 u noworodka jest krótsze w porównaniu do intubacji dziecka w laryngoskopii bezpośredniej. W grupie I mediana czasu w sekundach potrzebna do zaintubowania noworodka wynosi 8 sekund. Natomiast mediana czasu potrzebna do założenia maski krtaniowej to 6 sekund.

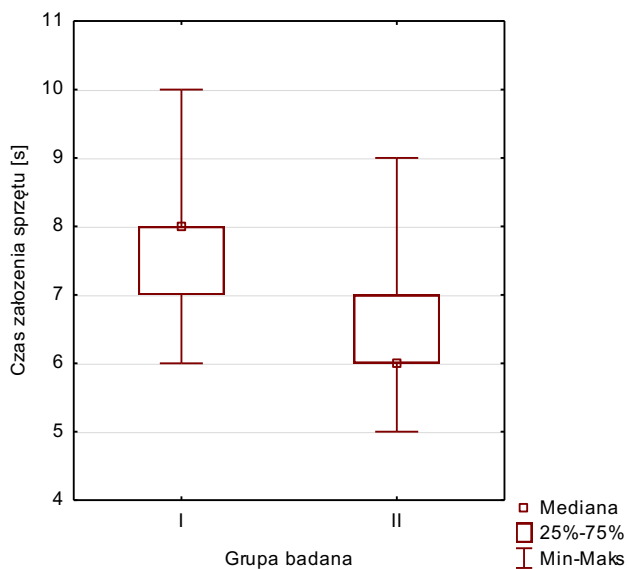
Tabela nr 8. Czasu (w sekundach) potrzebny do założenia przyrządu do udrożnienia dróg oddechowych.

	GRUPA I				
	Minimum	Maximum	Mediana	Średnia	+/- SD
Czas (s) do zaintubowania noworodka	6	8	8	7,75	1,16

	GRUPA II				
	Minimum	Maximum	Mediana	Średnia	+/- SD
Czas (s) do założenia maski krtaniowej	5	9	6	6,4	1,05

Jak wynika z wykresu zależności grupy badanej od czasu założenia maski krtaniowej jest krótszy w porównaniu do intubacji.

Ryc. 13. Porównanie czasu (w sekundach) potrzebnego do założenia przyrządu do udrożnienia dróg oddechowych w badanych grupach.



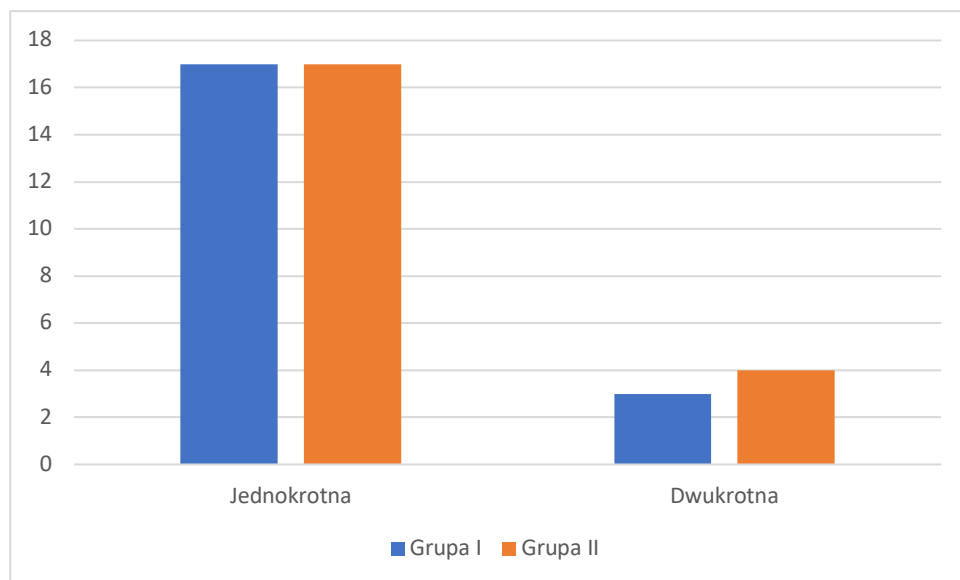
4.4. Liczba prób założenia maski krtaniowej oraz rurki intubacyjnej

Nie wykazano istotnie statystycznych różnic w liczbie prób potrzebnych do założenia maski krtaniowej w porównaniu do liczby prób intubacji w laryngoskopii bezpośredniej.

Tabela nr 9. Liczba prób potrzebnych do założenia maski krtaniowej bądź rurki intubacyjnej w obu grupach badanych.

Grupa badana	1 x prób założenia urządzenia	2 x próba założenia urządzenia	Razem
I	17	3	20
%	85,00%	15,00%	
II	17	4	21
%	80,95%	19,05%	
Ogół	34	7	41

Ryc. 14. Liczba prób potrzebnych do założenia maski krtaniowej bądź rurki intubacyjnej w obu grupach badanych.



4.5. Wyniki przecieku powietrza (Vti- Vte w ml) w obu grupach badanych

Po indukcji znieczulenia, po udrożnieniu dróg oddechowych przy pomocy rurki intubacyjnej bez mankietu bądź maski krtaniowej i-gel w rozmiarze 1. Obserwowano przeciek w ml mierząc różnicę pomiędzy objętością wdechową a objętością wydechową, przy pomocy aparatu do znieczulenia.

Przeciek w ml występował w obu grupach badanych. Jednakże w grupie noworodków znieczulanych z użyciem maski krtaniowej i-gel był wyraźnie mniejszy.

Średnia mediana przecieku w grupie I wynosiła 16,91%, w porównaniu do średniej mediany w grupie II wynoszącej 12,93%. Co stanowi nieco ponad 4% różnicy.

Tabela nr 10. Przeciek (Vti-Vte) w ml- mediana, maximum, minimum, średnia, SD w grupie I.

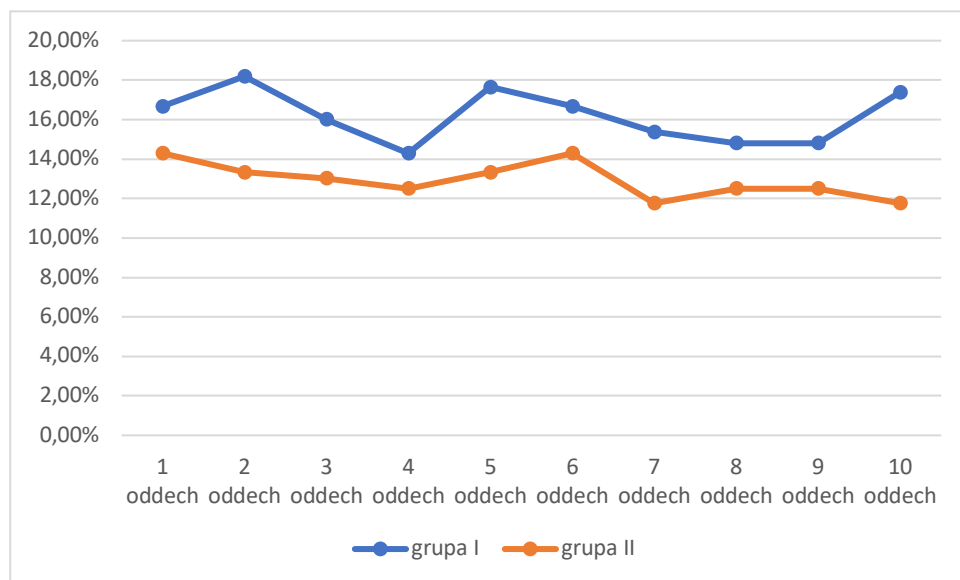
	GRUPA I (rurka intubacyjna)				
	Minimum	Maximum	Mediana	Średnia	+/- SD
1 oddech	8%	29%	17%	18%	5%
2 oddech	4%	30%	18%	17%	6%
3 oddech	7%	31%	16%	15%	6%
4 oddech	5%	27%	14%	15%	7%
5 oddech	8%	28%	18%	18%	6%
6 oddech	8%	29%	17%	16%	6%
7 oddech	5%	29%	15%	17%	7%
8 oddech	6%	25%	15%	15%	6%
9 oddech	5%	31%	15%	17%	8%
10 oddech	8%	33%	17%	17%	7%

Tabela nr 11. Przepięk (V_{ti}-V_{te}) w ml- mediana, maximum, minimum, średnia, SD w grupie II.

	GRUPA II (maska krtaniowa)				
	Minimum	Maximum	Mediana	Średnia	+/- SD
1 oddech	8%	21%	14%	15%	4%
2 oddech	6%	23%	13%	14%	2%
3 oddech	6%	27%	13%	15%	7%
4 oddech	5%	29%	13%	13%	6%
5 oddech	4%	23%	13%	14%	4%
6 oddech	3%	24%	14%	14%	5%
7 oddech	7%	20%	12%	13%	4%
8 oddech	6%	20%	13%	14%	4%
9 oddech	6%	25%	13%	14%	5%
10 oddech	5%	27%	12%	14%	6%

Jak zilustrowano na wykresie wykazano statystycznie istotne różnice w pomiędzy badanymi grupami.

Ryc. 15. Rozkład median przepięku (ml) w kolejnych 10 oddechach- w obu grupach badanych.



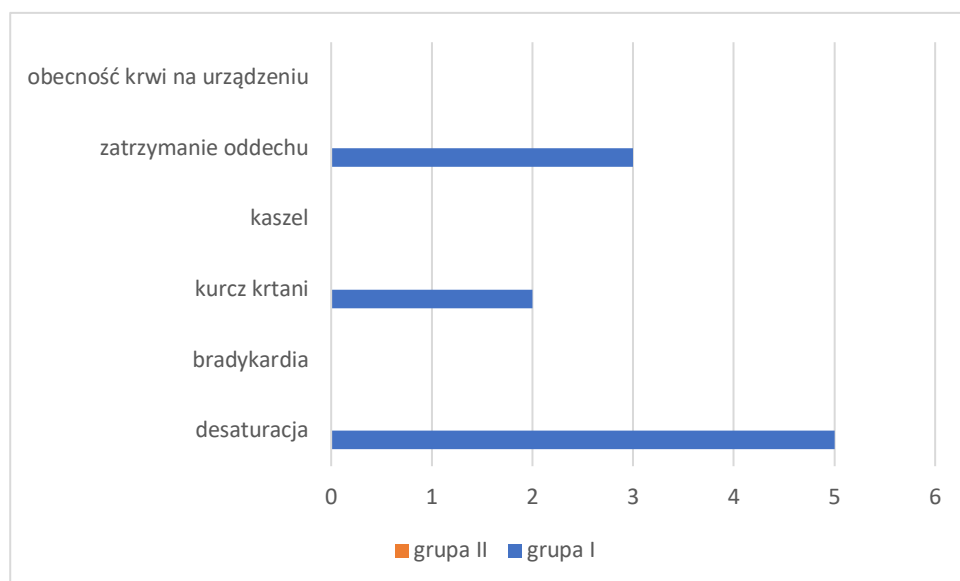
4.6. Ocena częstości powikłań

W grupie II (maska krtaniowa) nie odnotowano żadnego powikłania. Natomiast w grupie I pięciokrotnie doszło do desaturacji- odnotowanej jako spadek SpO2 <90%. Ponadto 2 razy obserwowano kurcz krtani, a 3 krotnie doszło do zatrzymania oddechu z towarzyszącym spadkiem SpO2.

Tabela nr 12. Ocena częstości powikłań w badanych grupach.

	Desaturacja (SpO2<90%)	Bradykardia (HR<80/min)	Kurcz krtani	Kaszel	Zatrzymanie oddechu	Obecność krwi na urządzeniu
Grupa I (rurka intubacyjna)	5	0	2	0	3	0
% w grupie I	25,00%	0%	10,00%	0%	15,00%	0%
Grupa II (maska krtaniowa)	0	0	0	0	0	0

Ryc. 16. Ocena częstości powikłań w obu grupach badanych.



4.7. Porównanie regionalnej oksymetrii mózgu pomiędzy badanymi grupami.

Utlenowanie mózgo we mierzone za pomocą spektroskopii bliskiej podczerwieni podczas indukcji znieczulenia, w trakcie przyrządowego udrażniania dróg oddechowych oraz podczas podtrzymywania znieczulenia.

W przeprowadzonym badaniu wykazano statystycznie istotne różnice pomiędzy badanymi grupami.

4.7.1. Porównanie regionalnej oksymetrii mózgu w trakcie indukcji znieczulenia

NIRS w trakcie indukcji znieczulenia (w przeciągu pierwszych 5 minut znieczulenia) wykazano istotną statystycznie różnicę w 5 minucie pomiędzy obiema grupami badanymi, dla $p < 0,05$

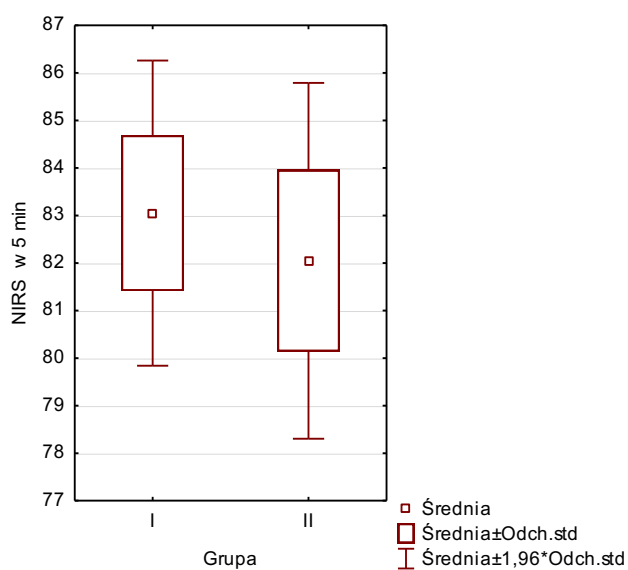
Tabela nr 13. NIRS w trakcie indukcji znieczulenia- grupa I.

Zmienna	N ważnych	Średnia	Mediana	Minimum	Maksimum	Dolny kwartyl	Górny kwartyl	Odchylenie standardowe
NIRS 1 minuta	20	83	83	78	85	82	84	2
NIRS 2 minuta	20	83	83	77	84	83	84	2
NIRS 3 minuta	20	83	83	78	84	83	84	2
NIRS 4 minuta	20	83	83	78	84	83	84	1
NIRS 5 minuta	20	83	84	77	84	83	84	2

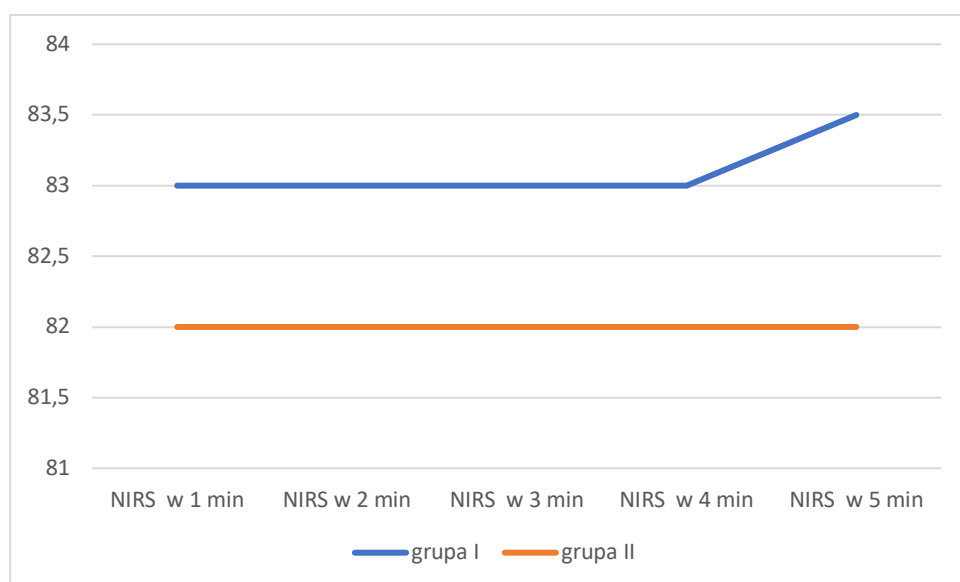
Tabela nr 14. NIRS w trakcie indukcji znieczulenia- grupa II.

Zmienna	N ważnych	Średnia	Mediana	Minimum	Maksimum	Dolny kwartyl	Górny kwartyl	Odchylenie standardowe
NIRS 1 minuta	21	82	82	78	84	82	84	2
NIRS 2 minuta	21	82	82	78	84	82	84	2
NIRS 3 minuta	21	82	82	78	84	82	84	2
NIRS 4 minuta	21	82	82	78	84	82	84	2
NIRS 5 minuta	21	82	82	78	84	82	84	2

Ryc. 17. NIRS w trakcie indukcji znieczulenia- w obu grupach badanych.



Ryc. 18. Mediana wartości NIRS w trakcie indukcji znieczulenia w badanych grupach.



Mediana NIRS w 5 minucie w grupie I wynosiła 83,5% natomiast w grupie II wyniosła 82,00%. Obie wartości mieszczą się w granicach przyjętej normy.

4.7.2. Porównanie regionalnej oksymetrii mózgu w trakcie przyrządowego udrożnienia dróg oddechowych

W grupie dzieci znieczulanych z użyciem rurki intubacyjnej mediana NIRS dla poszczególnych jednostek czasu zawiera się w granicach normy. Tak jak minimum oraz maksimum NIRS.

W trakcie intubacji zaobserwowano znaczące spadki utlenowania mózgowego. Wartość utlenowania mózgowego w 5:24 min spada do 61% a w 5:28 minimum do 67%.

Tabela nr 15. NIRS w trakcie przyrządowego intubacji - grupa I.

	Średnia	Mediana	Minimum	Maksimum	Dolny kwartyl	Górny kwartyl	Odchylenie standardowe
NIRS w 5:04 min	83	84	78	84	83	84	2
NIRS w 5:08 min	83	84	78	84	83	84	2
NIRS w 5:12 min	83	84	79	84	83	84	1
NIRS w 5:16 min	83	84	78	84	83	84	2
NIRS w 5:20 min	83	84	77	84	83	84	2
NIRS w 5:24 min	81	83	61	84	83	84	6
NIRS w 5:28 min	76	78	67	83	73	79	5
NIRS w 5:32 min	79	80	72	83	78	82	3
NIRS w 5:36 min	81	82	73	84	80	82	3
NRS w 5:40 min	82	82	77	84	80	83	2
NIRS w 5:44 min	82	82	78	84	80	84	2
NIRS w 5:48 min	82	82	78	84	81	84	2
NIRS w 5:52 min	82	82	78	84	80	84	2

W grupie dzieci znieczulanych z użyciem maski krtaniowej i-gel w rozmiarze 1 mediana NIRS dla poszczególnych jednostek czasu także zawiera się w granicach normy. Tak jak minimum oraz maksimum NIRS.

Zwracają uwagę znacząco mniejsze wahania w utlenowaniu mózgowym- w porównaniu do grupy I.

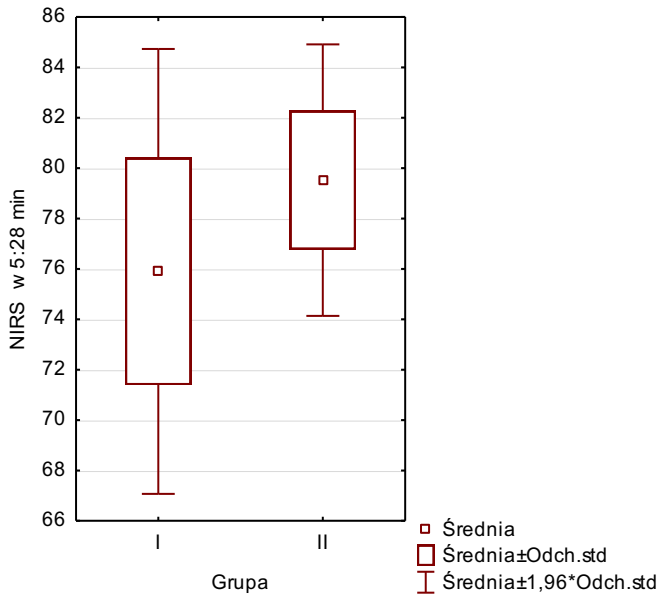
Tabela nr 16. NIRS w trakcie zakładania maski w grupa II.

	Średnia	Mediana	Minimum	Maksimum	Dolny kwartył	Górny kwartył	SD
NIRS w 5:04 min	82	82	78	84	82	84	2
NIRS w 5:08 min	82	82	78	84	82	84	2
NIRS w 5:12 min	82	82	78	84	82	84	2
NIRS w 5:16 min	82	82	78	84	82	84	2
NIRS w 5:20 min	82	82	78	84	82	84	2
NIRS w 5:24 min	82	82	78	84	82	84	2
NIRS w 5:28 min	80	80	72	84	78	82	3
NIRS w 5:32 min	80	80	74	84	78	82	2
NIRS w 5:36 min	80	80	74	82	78	82	2
NRS w 5:40 min	80	80	77	82	78	82	2
NIRS w 5:44 min	80	80	77	82	78	82	2
NIRS w 5:48 min	80	80	77	82	78	82	2
NIRS w 5:52 min	80	80	77	82	78	82	2

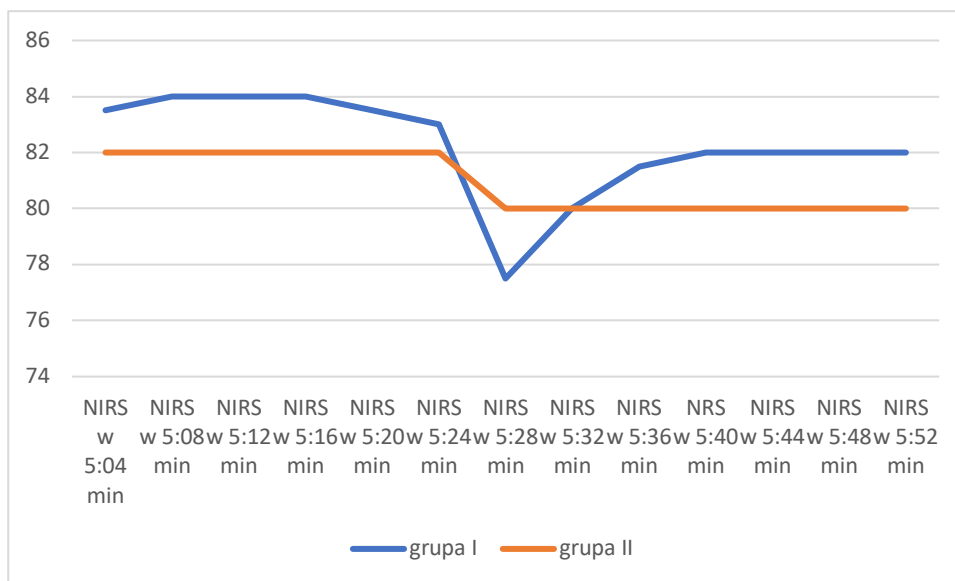
Wykazano statystycznie istotne różnice pomiędzy obiema grupami badanymi w utlenowaniu mózgowym (NIRS) w trakcie przyrządowego udrożnienia dróg oddechowych w 5:04 min.; 5:08 min.; 5:12 min.; 5:16 min.; 5:28 min.; 5:40 min.; 5:44 min.; 5:48 min.; 5:52 min dla $p < 0,03$.

Jak zobrazowano na wykresie znieczulenie z użyciem maski krtaniowej niesie ze sobą znacznie mniejsze wahania w utlenowaniu tkani mózgowej w momencie przyrządowego udrożnienia dróg oddechowych.

Ryc. 19. NIRS w trakcie przyrządowego udrażniania dróg oddechowych w obu grupach badanych.



Ryc. 20. Mediana wartości NIRS w trakcie przyrządowego udrażniania dróg oddechowych w badanych grupach.



Zwracają uwagę znacznie mniejsze wahania NIRS w grupie II- dzieci znieczulanych z użyciem maski krtaniowej. Minimalna wartość NIRS w grupie I to 61%, natomiast w grupie II to 72%. Najwyższe odchylenie standardowe w grupie I wyniosło 6 w porównaniu do grupy II gdzie wyniosło 3.

Biorąc pod uwagę dużą wrażliwość OUN noworodka, a w szczególności wcześniaka na wahania utlenowania oraz niedojrzałość autoregulacji przepływu mózgowego, nasuwa się wniosek, że znieczulenie z użyciem maski krtaniowej i-gel jest znacznie stabilniejsze i zapewnia dużo mniejsze wahania utlenowania mózgowego w porównaniu do klasycznego znieczulenia z użyciem rurki intubacyjnej.

4.7.3. Porównanie regionalnej oksymetrii mózgu w trakcie podtrzymywania znieczulenia

W przeprowadzonym badaniu analizowano także zmiany utlenowania mózgowego podczas kondukcji znieczulenia. Wykazano istotne statystycznie różnice pomiędzy obiema grupami badanymi. Wyższe wartości NIRS występowały w grupie II, w porównaniu do grupy I. Ze względu na różną długość trwania zabiegu, analizę ograniczono do 30 minut, ze względu na małą liczebność próby.

Tabela nr 17. NIRS w trakcie podtrzymywania znieczulenia- grupa I.

Zmienna	N ważnych	Średnia	Mediana	Minimum	Maksimum	Dolny kwartyl	Górny kwartyl	SD
NIRS w 10min	20	82	82	80	84	80	83	1
NIRS w 15min	18	82	82	78	84	89	83	2
NIRS w 20min	16	82	83	79	85	82	84	2
NIRS w 25min	16	82	83	77	85	82	84	2
NIRS w 30min	16	82	83	78	84	82	84	2

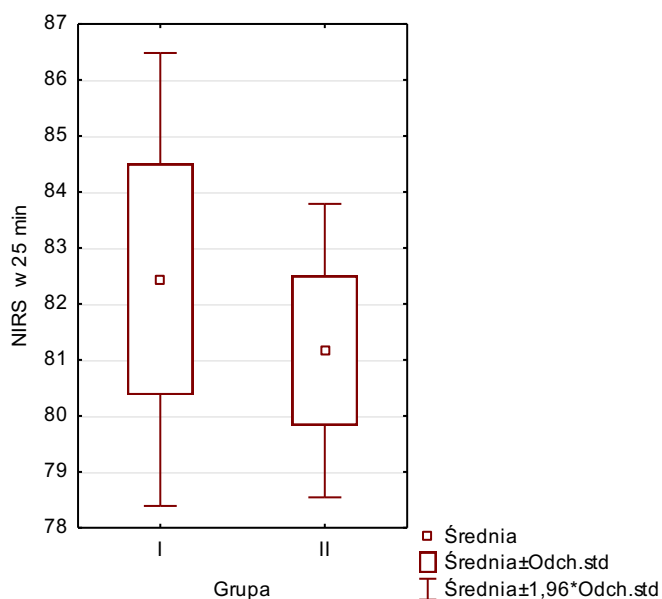
W grupie dzieci znieczulanych z użyciem rurki intubacyjnej najniższa wartość NIRS wyniosła 77% w 25 minucie znieczulenia. Maksimum wyniosło 85%, a mediana zawierała się w granicach 81-83%.

Tabela nr 18. NIRS w trakcie podtrzymywania znieczulenia- grupa II

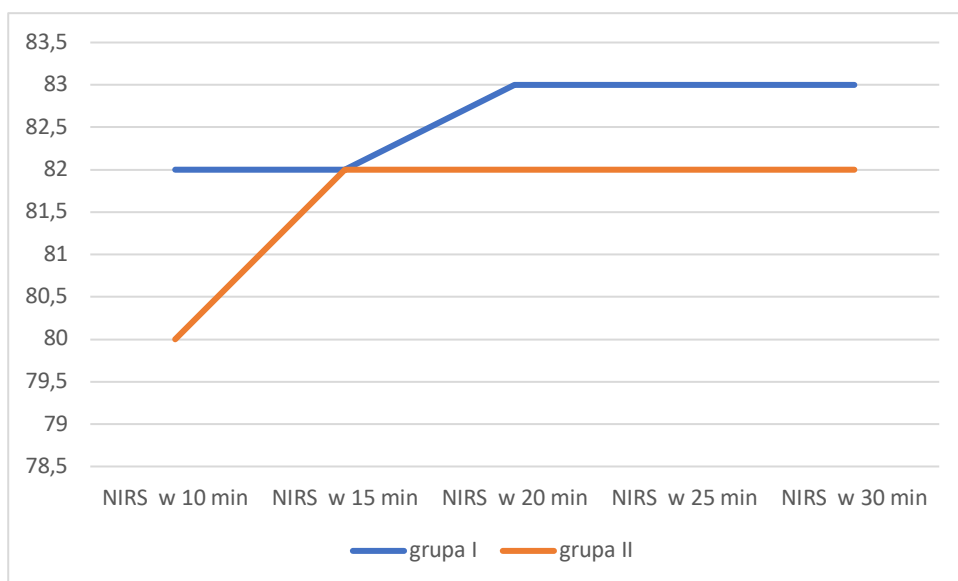
Zmienna	N ważnych	Średnia	Mediana	Minimum	Maksimum	Dolny kwartyl	Górny kwartyl	Odchylenie standardowe
NIRS w 10min	21	80	80	77	82	78	82	2
NIRS w 15min	13	81	82	77	82	80	82	2
NIRS w 20min	12	81	82	78	82	80	82	1
NIRS w 25min	12	81	82	78	82	80	82	1
NIRS w 30min	10	81	82	78	82	82	82	1

W grupie II najniższa wartość NIRS wyniosła 77,00%, maksimum wyniosło 82,00%, a mediana zawierała się w granicach 80,00-82,00%.

Ryc. 21. NIRS podczas podtrzymywania znieczulenia- w obu grupach badanych



Ryc. 22. Mediana wartości NIRS w trakcie podtrzymywania znieczulenia w badanych grupach.



Jednakże znowu zwracają uwagę mniejsze wahania wartości NIRS w grupie II, gdzie najwyższe odchylenie standardowe wyniosło 2,06 w porównaniu do grupy I, w której najwyższa wartość odchylenia standardowego to 1,73. Wartości te popierają tezę stabilniejszego znieczulenia z użyciem maski krtaniowej i-gel w porównaniu do znieczulenia z rurką intubacyjną.

4.8. Analiza SpO2 pomiędzy badanymi grupami

Saturację krwi tlenem mierzono za pomocą pulsoksymetrii podczas indukcji znieczulenia, w trakcie przyrządowego udrażniania dróg oddechowych oraz podczas podtrzymywania znieczulenia.

W przeprowadzonym badaniu wykazano statystycznie istotne różnice pomiędzy badanymi grupami.

4.8.1. Analiza SpO2 w trakcie indukcji znieczulenia

Nie wykazano istotnych różnic tylko w 3 minucie znieczulenia pomiędzy badanymi grupami.

Tabela nr 19. SpO2 w trakcie indukcji znieczulenia - grupa I.

Zmienna	N ważnych	Średnia	Mediana	Minimum	Maksimum	Dolny kwartyl	Górny kwartyl	SD
SpO2 w 1 min	20	98	98	96	98	97	98	1
SpO2 w 2 min	20	98	98	96	99	97	98	1
SpO2 w 3 min	20	97	97	96	99	97	98	1
SpO2 w 4 min	20	98	98	96	99	97	98	1
SpO2 w 5 min	20	98	98	96	98	97	98	1

Tabela nr 20. SpO2 w trakcie indukcji znieczulenia - grupa II.

Zmienna	N ważnych	Średnia	Mediana	Minimum	Maksimum	Dolny kwartyl	Górny kwartyl	SD
SpO2 w 1 min	21	97	97	96	98	97	97	1
SpO2 w 2 min	21	97	97	96	98	97	97	1
SpO2 w 3 min	21	97	97	96	98	97	97	1
SpO2 w 4 min	21	97	97	96	98	97	97	1
SpO2 w 5 min	21	97	97	96	98	97	97	1

SpO2 krwi w obu grupach badanych, podczas indukcji znieczulenia zawierało się w granicach normy. W grupie I minimum wynosiło 96%, a maksimum 99%. Natomiast w grupie II odpowiednio 97% i 98%.

4.8.2. Analiza SpO2 w trakcie przyrządowego udrożnienia dróg oddechowych

Tabela nr 21. SpO2 w trakcie intubacji- grupa I.

Zmienna	N ważnych	Średnia	Mediana	Minimum	Maksimum	Dolny kwartyl	Górny kwartyl	SD
SpO2 w 5:04 min	20	97	98	96	98	97	98	1
SpO2 w 5:08 min	20	97	97	96	98	97	98	1
SpO2 w 5:12 min	20	97	97	97	98	97	98	0
SpO2 w 5:16 min	20	97	97	96	98	97	98	1
SpO2 w 5:20 min	20	97	97	95	98	97	98	1
SpO2 w 5:24 min	20	96	97	72	98	97	998	6
SpO2 w 5:28 min	20	91	91	82	94	90	93	3
SpO2 w 5:32 min	20	95	95	90	98	94	96	2
SpO2 w 5:36 min	20	96	96	92	97	95	97	1
SpO2 w 5:40 min	20	97	97	93	98	96	97	1
SpO2 w 5:44 min	20	97	97	95	98	96	97	1
SpO2 w 5:48 min	20	97	97	95	98	96	97	1
SpO2 w 5:52 min	20	97	97	95	98	97	98	1

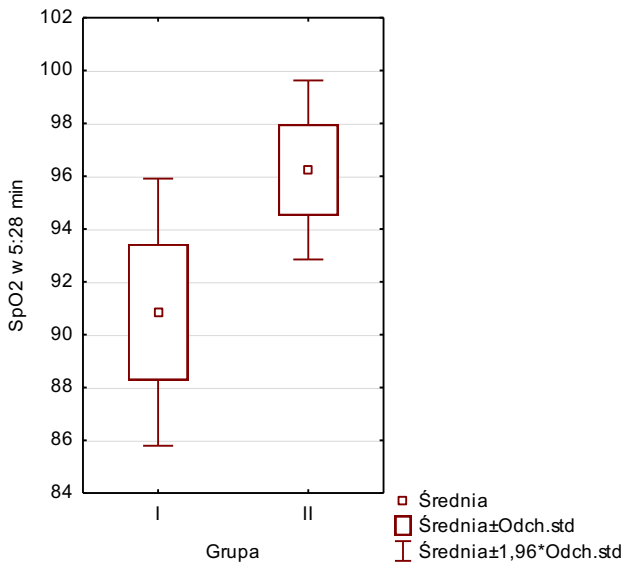
Tabela nr 22. SpO2 w trakcie zakładania maski krtaniowej- grupa II.

Zmienna	N ważnych	Średnia	Mediana	Minimum	Maksimum	Dolny kwartyl	Górny kwartyl	SD
SpO2 w 5:04 min	21	97	97	96	98	97	98	1
SpO2 w 5:08 min	21	97	97	96	98	97	98	1
SpO2 w 5:12 min	21	97	97	96	98	97	97	1
SpO2 w 5:16 min	21	97	97	96	98	97	97	1
SpO2 w 5:20 min	21	97	97	96	98	97	97	1
SpO2 w 5:24 min	21	97	97	96	98	97	97	1
SpO2 w 5:28 min	21	96	97	90	98	96	97	2
SpO2 w 5:32 min	21	95	95	92	97	94	96	2
SpO2 w 5:36 min	21	96	96	94	97	95	97	1
SpO2 w 5:40 min	21	96	96	95	97	96	97	1
SpO2 w 5:44 min	21	96	96	95	97	96	97	1
SpO2 w 5:48 min	21	97	97	95	97	96	97	1
SpO2 w 5:52 min	21	96	97	95	97	96	97	1

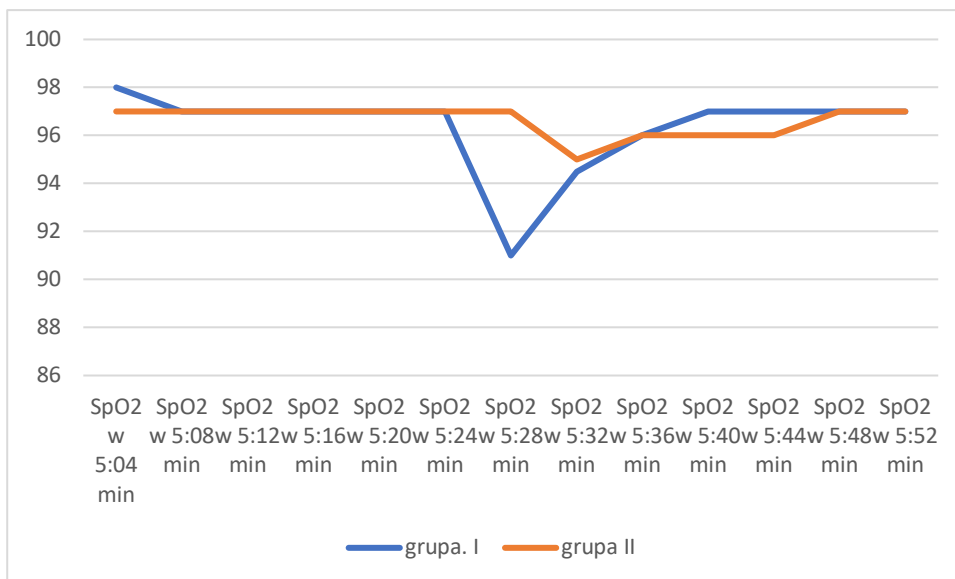
Wykazano istotną statystycznie różnicę w SpO2 w trakcie przyrządowego udrożnienia dróg oddechowych różni się pomiędzy badanymi grupami.

W grupie I minimum SpO2 wyniosło 72% natomiast w grupie II 90%. Natomiast w maksimum w grupie I jak i w grupie II wyniosło 98%.

Ryc. 23. SpO2 w trakcie przyrządowego udrożnienia dróg oddechowych w obu grupach badanych.



Ryc. 24. Mediana wartości SpO2 w trakcie udrożnienia dróg oddechowych w badanych grupach.



Ponownie zwracają uwagę znaczne wahania SpO2 w grupie noworodków, gdzie zastosowano intubację dotchawiczą. Mediana w grupie I zawiera się w przedziale 91% - 98%, a w grupie II 95-97%.

Dane potwierdzają tezę, że znieczulenie ogólne z maską krtaniową i-gel niesie ze sobą mniejsze wahania SpO2, a co za tym idzie powoduje mniejszy stres dla noworodka, a w szczególności wcześniaka.

4.8.3. Analiza SpO2 podczas podtrzymywania znieczulenia

Ze względu na różną długość trwania zabiegu, analizę ograniczono do 30 minut, ze względu na małą liczebność próby.

Tabela nr 23. Wartości SpO2 w trakcie podtrzymywania znieczulenia w grupie I.

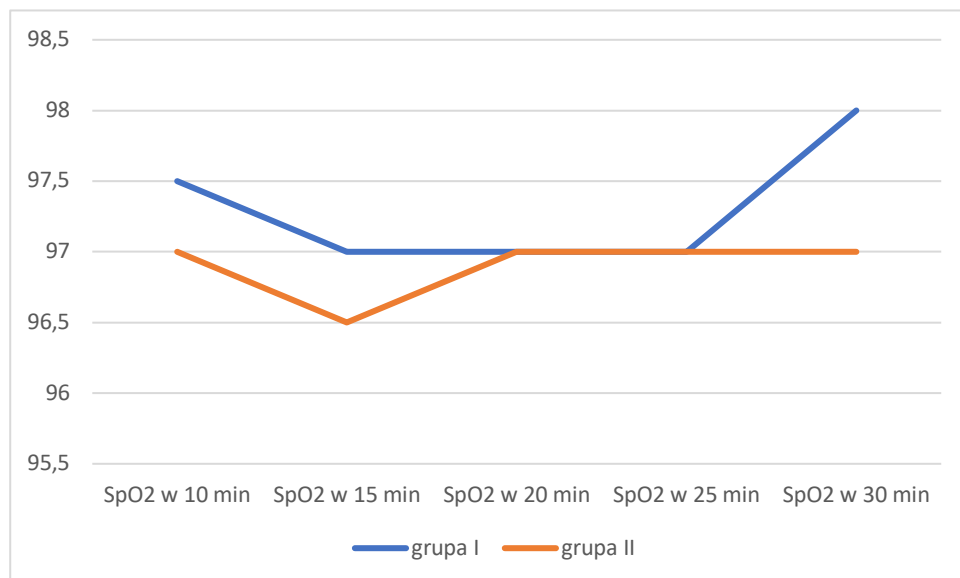
Zmienna	N ważnych	Średnia	Mediana	Minimum	Maksimum	Dolny kwartyl	Górny kwartyl	Odchylenie standardowe
SpO2 w 10 min	20	97	98	94	98	97	98	1
SpO2 w 15 min	18	97	97	96	99	97	98	1
SpO2 w 20 min	16	97	97	96	99	97	98	1
SpO2 w 25 min	16	97	97	97	98	97	97	0
SpO2 w 30 min	16	98	98	97	99	97	97	1

Tabela nr 24. Wartości SpO2 w trakcie podtrzymywania znieczulenia w grupie II.

Zmienna	N ważnych	Średnia	Mediana	Minimum	Maksimum	Dolny kwartyl	Górny kwartyl	Odchylenie standardowe
SpO2 w 10 min	21	96	97	95	97	96	97	1
SpO2 w 15 min	14	96	97	95	97	96	97	1
SpO2 w 20 min	13	97	97	96	97	96	97	1
SpO2 w 25 min	13	97	97	96	97	96	97	1
SpO2 w 30 min	11	97	97	96	97	96	97	0

SpO2 podczas podtrzymywania znieczulenia w obu grupach badanych mieściła się w granicach normy. Minimum dla grupy I wyniosło 94%, a dla grupy II 95%. Maksimum odpowiednio 99% i 97%. Natomiast mediana w grupie I zawierała się w przedziale 97-98%, a w grupie II 96,5%- 97%.

Ryc. 25. Mediana wartości SpO2 podczas podtrzymywania znieczulenia.



Jak widać na wykresie w grupie II obserwowano nieznacznie mniejsze wahania SpO2 w trakcie podtrzymywania znieczulenia niż w grupie I.

Może to popierać tezę, że znieczulenie z użyciem maski krtaniowej ma mniejszy wpływ na odpowiedź stresową noworodka.

4.9. Porównanie współczynnika ekstrakcji tlenu pomiędzy badanymi grupami

Współczynnik ekstrakcji tlenu liczonego ze wzoru: $O_2 Er = \frac{SpO_2 - NIRS}{SpO_2}$. Analizując uzyskane dane należy wziąć pod uwagę opóźnienie z jakim pokazują się zmiany SpO2 w pulsoksymetrii w stosunku do faktycznego utlenowania krwi noworodka.

4.9.1. Analiza współczynnika ekstrakcji tlenu w trakcie indukcji znieczulenia

Tabela nr 25. Współczynnika ekstrakcji tlenu w trakcie indukcji znieczulenia w grupie I.

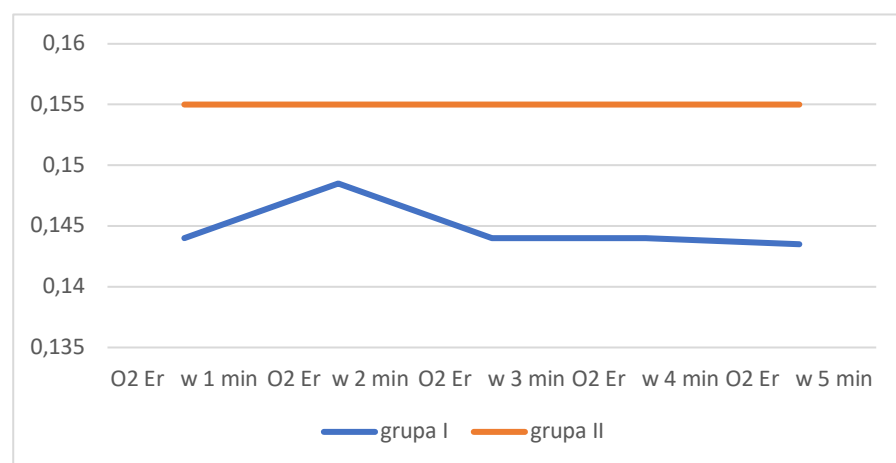
Zmienna	N ważnych	Średnia	Mediana	Minimum	Maksimum	Dolny kwartyl	Górny kwartyl	Odchylenie standardowe
O2 Er w 1 min	20	15%	14%	12%	20%	14%	16%	2%
O2 Er w 2 min	20	15%	15%	13%	21%	14%	15%	2%
O2 Er w 3 min	20	15%	14%	13%	20%	14%	15%	2%
O2 Er w 4 min	20	15%	14%	13%	21%	14%	15%	2%
O2 Er w 5 min	20	15%	14%	13%	21%	14%	15%	2%

Tabela nr 26. Współczynnika ekstrakcji tlenu w trakcie indukcji znieczulenia w grupie II.

Zmienna	N ważnych	Średnia	Mediana	Minimum	Maksimum	Dolny kwartyl	Górny kwartyl	Odchylenie standardowe
O2 Er w 1 min	21	15%	16%	13%	20%	12%	16%	2%
O2 Er w 2 min	21	15%	16%	13%	20%	12%	16%	2%
O2 Er w 3 min	21	15%	16%	13%	20%	12%	16%	2%
O2 Er w 4 min	21	15%	16%	13%	20%	12%	16%	2%
O2 Er w 5 min	21	15%	16%	13%	20%	12%	16%	2%

Nie wykazano istotnych statystycznie różnic we współczynniku ekstrakcji tlenu pomiędzy badanymi grupami, w trakcie indukcji znieczulenia.

Ryc. nr 26. Mediana wartości współczynnika ekstrakcji tlenu w badanych grupach.



W grupie I minimum współczynnika ekstrakcji tlenu wyniosło 0,125, a maksimum 0,214.

W grupie II minimum współczynnika ekstrakcji tlenu wyniosło 0,134, a maksimum 0,204.

4.9.2. Analiza współczynnika ekstrakcji tlenu w trakcie przyrządowego udrożnienia dróg oddechowych

Tabela nr 27. Współczynnik ekstrakcji tlenu w trakcie intubacji- grupa I.

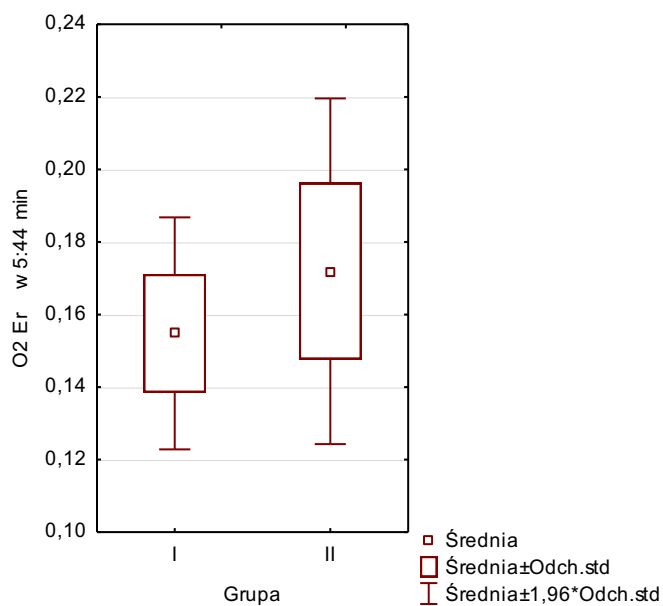
Zmienna	N ważnych	Średnia	Mediana	Minimum	Maksimum	Dolny kwartyl	Górny kwartyl	SD
O2 Er w 5:04 min	20	15%	14%	13%	20%	14%	15%	2%
O2 Er w 5:08 min	20	15%	14%	12%	20%	12%	15%	2%
O2 Er w 5:12 min	20	14%	14%	13%	20%	13%	14%	1%
O2 Er w 5:16 min	20	15%	14%	13%	25%	13%	15%	3%
O2 Er w 5:20 min	20	15%	14%	13%	19%	14%	15%	2%
O2 Er w 5:24 min	20	15%	14%	13%	23%	14%	15%	2%
O2 Er w 5:28 min	20	17%	15%	8%	27%	14%	20%	5%
O2 Er w 5:32 min	20	16%	16%	12%	22%	14%	18%	3%
O2 Er w 5:36 min	20	16%	26%	11%	22%	13%	18%	3%
O2 Er w 5:40 min	20	16%	15%	13%	20%	14%	17%	2%
O2 Er w 5:44 min	20	15%	15%	13%	20%	14%	17%	2%
O2 Er w 5:48 min	20	15%	15%	13%	20%	14%	17%	2%
O2 Er w 5:52 min	20	16%	16%	13%	20%	14%	12%	2%

Tabela nr 28. Współczynnik ekstrakcji tlenu w trakcie zakładania maski krtaniowej- grupa II.

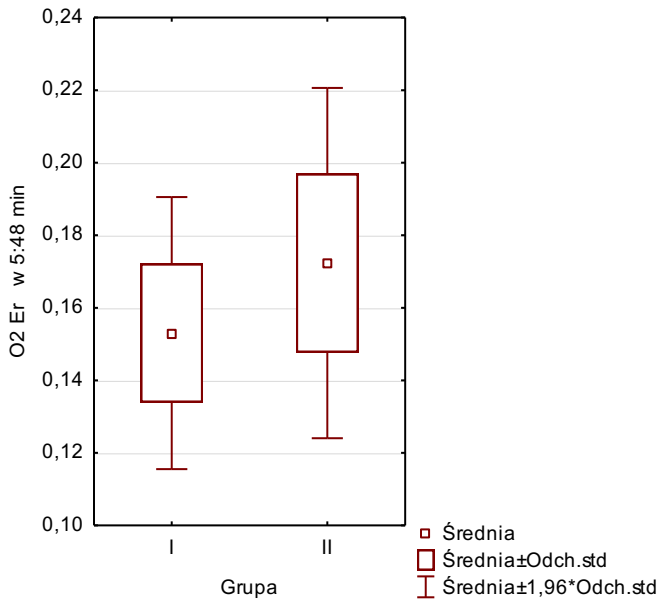
Zmienna	N ważnych	Średnia	Mediana	Minimum	Maksimum	Dolny kwartyl	Górny kwartyl	SD
O2 Er w 5:04 min	21	15%	16%	13%	20%	14%	16%	2%
O2 Er w 5:08 min	21	15%	16%	13%	20%	14%	16%	2%
O2 Er w 5:12 min	21	15%	16%	12%	20%	13%	16%	2%
O2 Er w 5:16 min	21	15%	16%	13%	20%	13%	16%	2%
O2 Er w 5:20 min	21	15%	16%	13%	20%	12%	16%	2%
O2 Er w 5:24 min	21	15%	15%	13%	20%	13%	16%	2%
O2 Er w 5:28 min	21	17%	18%	13%	25%	16%	19%	3%
O2 Er w 5:32 min	21	16%	16%	13%	20%	14%	17%	2%
O2 Er w 5:36 min	21	17%	17%	13%	24%	16%	18%	3%
O2 Er w 5:40 min	21	17%	17%	13%	24%	16%	19%	2%
O2 Er w 5:44 min	21	17%	17%	13%	24%	16%	19%	2%
O2 Er w 5:48 min	21	17%	17%	13%	24%	16%	19%	2%
O2 Er w 5:52 min	21	17%	17%	13%	24%	16%	19%	2%

Wykazano statystycznie istotne różnice w 5:44 min. i 5:48 min. pomiędzy badanymi grupami.

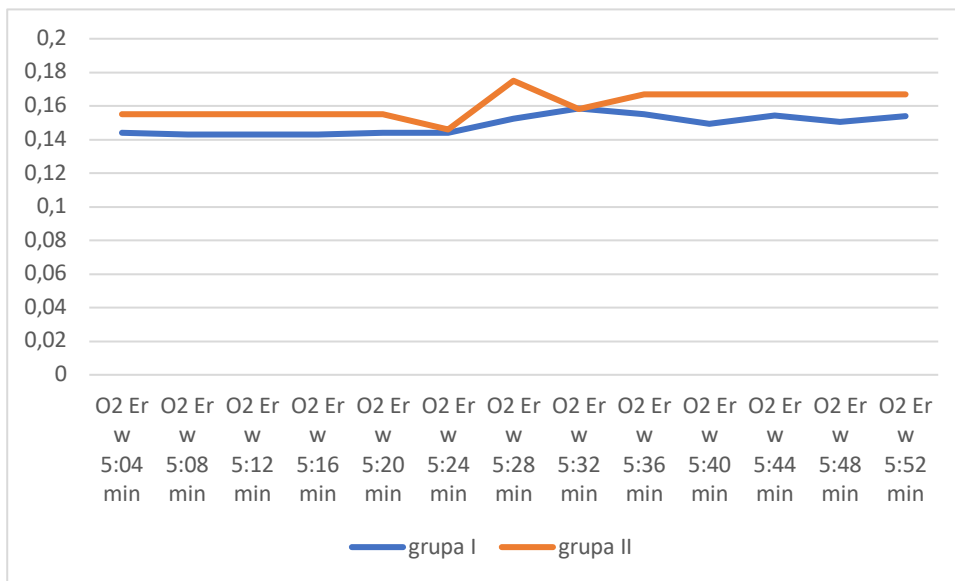
Ryc. 27. O2 Er w trakcie 5:44 minuty znieczulenia w badanych grupach



Ryc. 28. O2 Er w trakcie 5:48 minuty znieczulenia w badanych grupach.



Ryc. 29. Mediana wartości O2 Er w trakcie przyrządowego udrożnienia dróg oddechowych w badanych grupach.



W grupie I minimum O2 Er w 5:44 min. wyniosło 13,4%, maksimum 19,8% a mediana 14,95%. Z kolei w grupie II minimum O2 Er w 5:44 min. Wyniosło 13,4%, maksimum 24,4%, a mediana 16,7%.

Wyniki sugerują lepsze wykorzystanie dostarczanego tlenu w grupie noworodków znieczulanych ogólnie z maską krtaniową i-gel. Z kolei nasuwa się wniosek, że taka forma postępowania związana jest z lepszym wykorzystaniem mechanizmów zapobiegających wahaniom utlenowania tkanek, w tym w szczególności zmianom dotyczącym OUN.

4.9.3. Analiza współczynnika ekstrakcji tlenu podczas podtrzymywania znieczulenia

Tabela nr 29. Wartości O2 Er w trakcie podtrzymywania znieczulenia w grupie I.

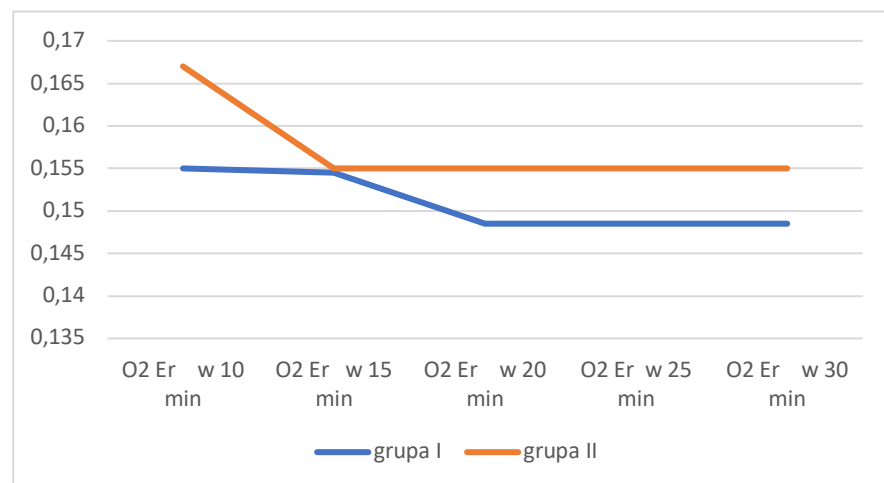
Zmienna	N ważnych	Średnia	Mediana	Minimum	Maksimum	Dolny kwartyl	Górny kwartyl	SD
O2 Er w 10 min	20	16%	16%	13%	18%	15%	17%	2%
O2 Er w 15 min	18	16%	15%	13%	20%	13%	18%	2%
O2 Er w 20 min	16	15%	15%	12%	20%	13%	17%	2%
O2 Er w 25 min	16	15%	15%	12%	21%	12%	16%	2%
O2 Er w 30 min	16	16%	15%	13%	21%	12%	16%	2%

Tabela nr 30. Wartości O2 Er w trakcie podtrzymywania znieczulenia w grupie II.

Zmienna	N ważnych	Średnia	Mediana	Minimum	Maksimum	Dolny kwartyl	Górny kwartyl	SD
O2 Er w 1 min	21	17%	17%	13%	24%	16%	19%	2%
O2 Er w 2 min	13	16%	16%	13%	19%	15%	17%	2%
O2 Er w 3 min	12	16%	16%	13%	19%	14%	17%	2%
O2 Er w 4 min	12	15%	16%	13%	19%	14%	16%	2%
O2 Er w 5 min	10	15%	16%	13%	19%	13%	16%	2%

W trakcie podtrzymywania znieczulenia nie wykazano istotnych statystycznie różnic pomiędzy badanymi grupami. Ze względu na różną długość trwania zabiegu, analizę ograniczono do 30 minut, ze względu na małą liczebność próby.

Ryc. nr 30. Mediana wartości O2 Er w trakcie podtrzymywania znieczulenia w badanych grupach.



W grupie I mediana zawierała się w przedziale 14,85%-15,5%, a w grupie II 15,0%- 16,7%. Zwraca uwagę nieznacznie większa ekstrakcja tlenu w grupie dzieci znieczulanych ogólnie z maską krtaniową, może to sugerować, że taka forma postępowania związana jest z lepszym wykorzystaniem mechanizmów zapobiegających wahaniom utlenowania tkanek, w tym w szczególności tkanki mózgowej.

Potwierdza to tezę, że maska krtaniowa zapewnia stabilny poziom znieczulenia noworodka oraz, że udrożnienie dróg oddechowych przy pomocy maski krtaniowej ma mniejszy wpływ na utlenowanie OUN niż intubacja dotchawicza.

4.10. Porównanie kardiometrii elektrycznej pomiędzy badanymi grupami

W przeprowadzonym badaniu, w obu grupach analizowano parametry kardiometrii elektrycznej- w szczególności: HR (częstość rytmu serca), rzut serca (cardiac output- CO), objętość wyrzutowa serca (stroke volume- SV), obwodowy opór naczyniowy (systemic vascular resistance- SVR), indeks kurczliwości serca (ICON), czas skurczu lewej komory (LVET), indeks wydajności serca (CPI), zawartość płynów w klatce piersiowej (TFC).

Wykazano statystycznie istotne różnice pomiędzy badanymi grupami.

4.10.1. Analiza kardiometrii elektrycznej w trakcie indukcji znieczulenia (rurka intubacyjna- grupa I, maska krtaniowa- grupa II)

4.10.1.1. Częstość rytmu serca (HR) w trakcie indukcji znieczulenia

Tabela nr 31. Wartości HR w trakcie indukcji znieczulenia w grupie I.

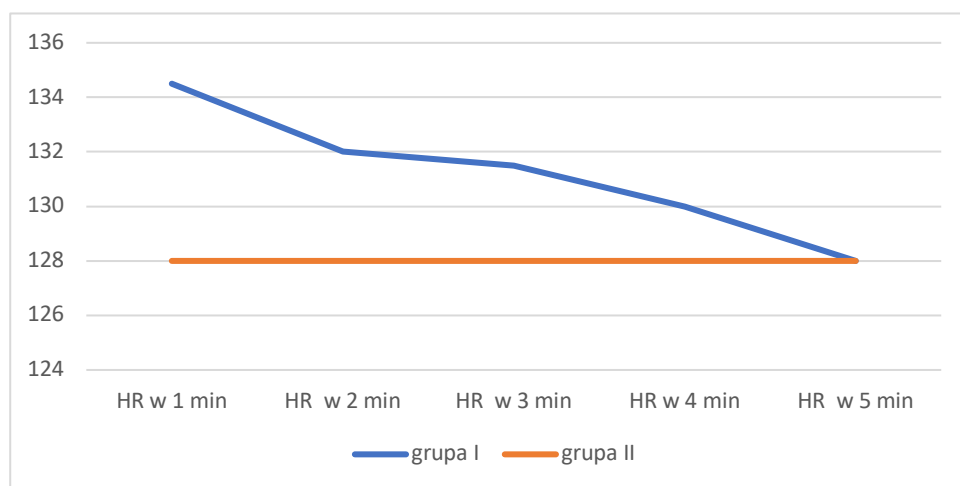
Zmienna	N ważnych	Średnia	Mediana	Minimum	Maksimum	Dolny kwartył	Górny kwartył	SD
HR w 1 min	20	134	134	122	144	128	140	6
HR w 2 min	20	132	132	124	144	127	137	6
HR w 3 min	20	132	132	122	145	127	136	6
HR w 4 min	20	131	130	124	144	126	136	6
HR w 5 min	20	126	128	38	145	126	134	22

Tabela nr 32. Wartości HR w trakcie indukcji znieczulenia w grupie II.

Zmienna	N ważnych	Średnia	Mediana	Minimum	Maksimum	Dolny kwartyl	Górny kwartyl	SD
HR w 1 min	21	127	128	118	143	124	129	6
HR w 2 min	21	127	128	118	143	125	129	6
HR w 3 min	21	127	128	118	144	125	129	6
HR w 4 min	21	127	128	118	144	125	129	6
HR w 5 min	21	127	128	118	144	125	129	5

Wykazano statystycznie istotne różnice pomiędzy obiema grupami badanymi w 2 i 3 minucie znieczulenia. HR w grupie I było wyższe niż w grupie II. Jednakże w obu grupach badanych zawierało się w granicach normy dla wieku.

Ryc. 31. Mediana wartości HR w trakcie indukcji znieczulenia w badanych grupach.



Po raz kolejny zwracają uwagę mniejsze wahania badanych wartości w grupie II, gdzie maksymalne odchylenie standardowe wyniosło 6 i czynność serca nie przekraczała 144 uderzeń na minutę. W grupie II maksymalne odchylenie standardowe to aż 22 w 5 minucie indukcji znieczulenia- czyli w momencie ząębiana się wprowadzania do znieczulenia i manewrów na drogach oddechowych. W 5 minucie indukcji, w grupie I minimum wynosi 138 uderzeń/ minutę, a maksimum 145 uderzeń/minutę. Natomiast w grupie II to odpowiednio 118 uderzeń/minutę i 144 uderzenia/ minutę.

4.10.1.2. CO (rzut serca) w trakcie indukcji znieczulenia

Tabela nr 33. Rzut serca (CO) w trakcie indukcji znieczulenia w grupie I.

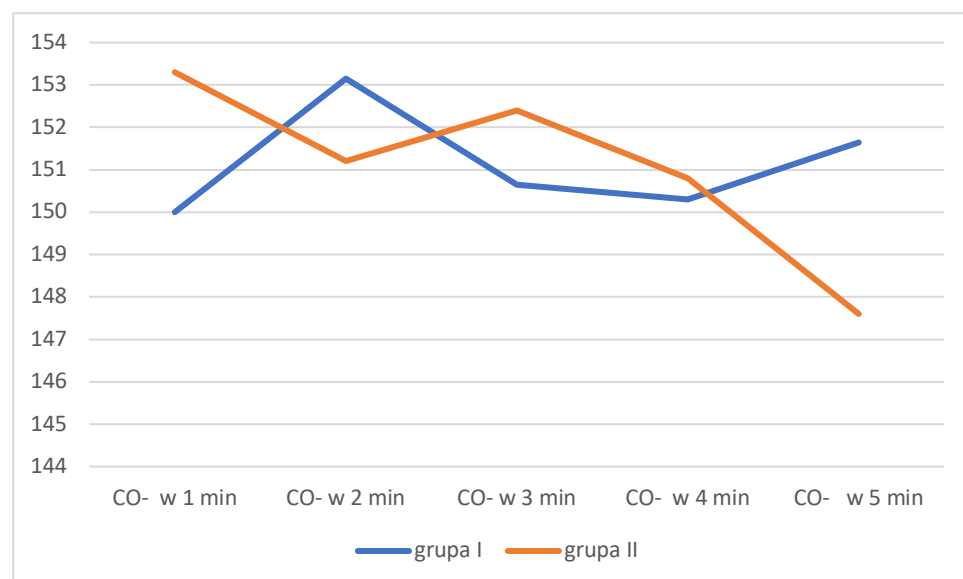
Zmienna	N ważnych	Średnia	Mediana	Minimum	Maksimum	Dolny kwartyl	Górny kwartyl	SD
CO- w 1 min	20	162	150	129	210	141	188	25
CO- w 2 min	20	161	153	124	214	139	186	26
CO- w 3 min	20	158	151	130	212	137	183	24
CO- w 4 min	20	157	150	139	224	139	179	24
CO- w 5 min	20	153	152	125	210	143	164	19

Tabela nr 34. Rzut serca (CO) w trakcie indukcji znieczulenia w grupie II.

Zmienna	N ważnych	Średnia	Mediana	Minimum	Maksimum	Dolny kwartyl	Górny kwartyl	SD
CO- w 1 min	21	150	153	113	189	146	156	17
CO- w 2 min	21	148	151	115	186	142	152	16
CO- w 3 min	21	151	152	116	180	143	158	16
CO- w 4 min	21	150	151	121	182	146	154	15
CO- w 5 min	21	148	147	121	180	143	153	15

Nie wykazano statystycznie istotnych różnic w badanych grupach.

Ryc. 32. Mediana wartości CO w trakcie indukcji znieczulenia w badanych grupach.



4.10.1.3. Porównanie objętości wyrzutowej (SV) w trakcie indukcji znieczulenia

Tabela nr 35. Objętość wyrzutowa w trakcie indukcji znieczulenia w grupie I.

Zmienna	N ważnych	Średnia	Mediana	Minimum	Maksimum	Dolny kwartyl	Górny kwartyl	SD
CO- w 1 min	21	150	153	113	189	146	156	17
CO- w 2 min	21	148	151	115	186	142	152	16
CO- w 3 min	21	151	152	116	180	143	158	16
CO- w 4 min	21	150	151	121	182	146	154	15
CO- w 5 min	21	148	147	121	180	143	153	15

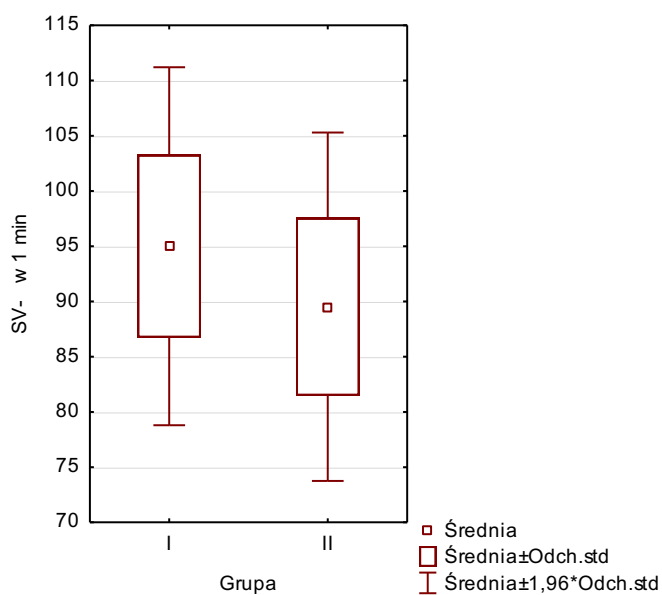
Tabela nr 36. Objętość wyrzutowa w trakcie indukcji znieczulenia w grupie II.

Zmienna	N ważnych	Średnia	Mediana	Minimum	Maksimum	Dolny kwartyl	Górny kwartyl	SD
SV- w 1 min	20	95	100	70	100	90	100	8
SV- w 2 min	20	95	90	90	100	90	100	5
SV- w 3 min	20	91	90	70	100	90	100	10
SV- w 4 min	20	93	100	70	100	90	100	11
SV- w 5 min	20	86	95	50	100	90	100	18

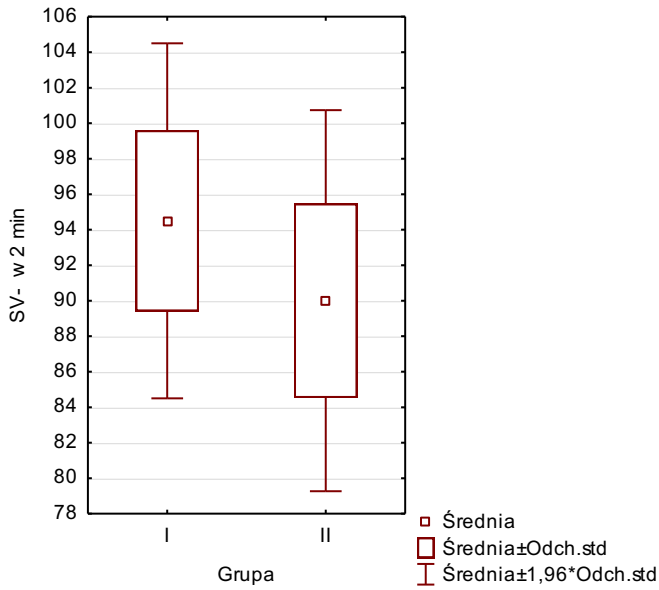
W trakcie indukcji znieczulenia stwierdzono istotnie statystycznie różnice w 1 i 2 minucie.

Objętość wyrzutowa w I grupie badanej zawierała się w przedziale 50-100% z medianą równą 90-100%. Natomiast w grupie II wartości zawierały się w przedziale 70-100% z medianą równą 90-100%.

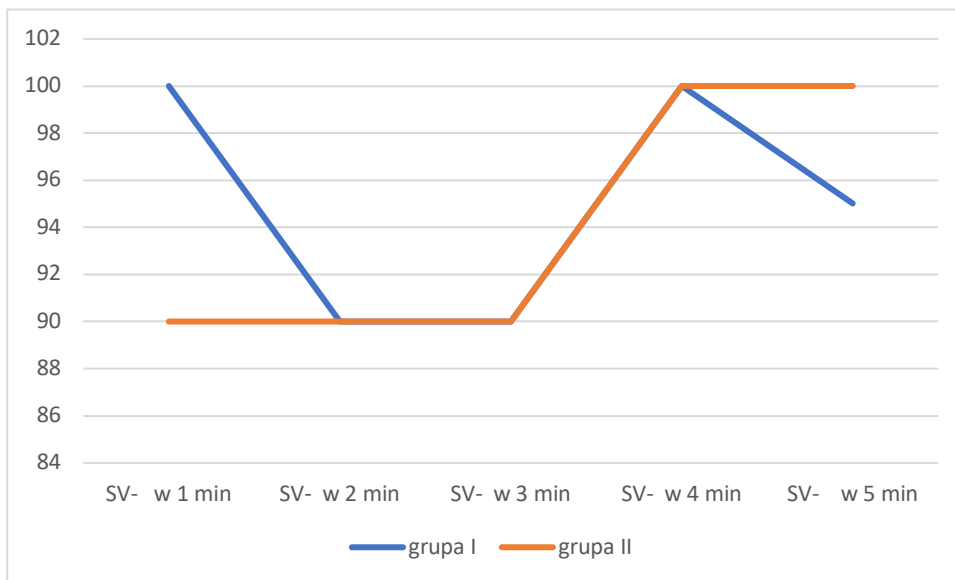
Ryc. 33. Objętość wyrzutowa w 1 minucie znieczulenia w badanych grupach.



Ryc. 34. Objętość wyrzutowa w 2 minucie znieczulenia w badanych grupach.



Ryc. 35. Mediana wartości SV w trakcie indukcji znieczulenia w badanych grupach.



4.10.1.4. Porównanie systemowego oporu naczyniowego (SVR) w trakcie indukcji znieczulenia

Tabela nr 37. Wartości SVR w trakcie indukcji znieczulenia w grupie I.

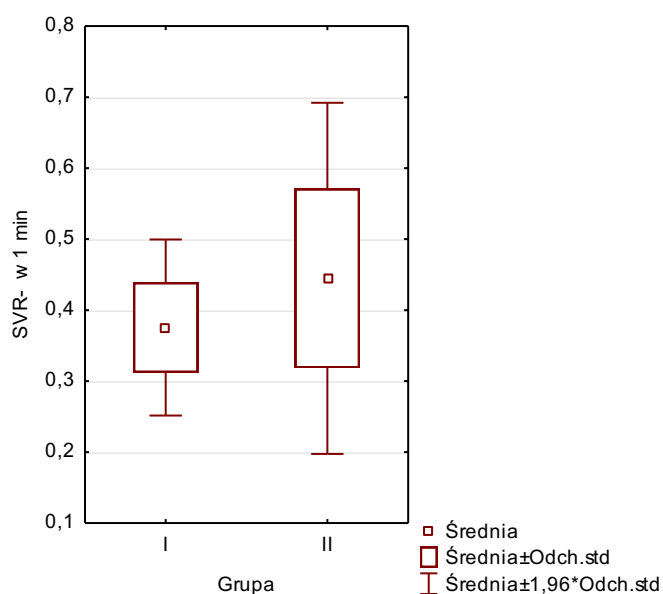
Zmienna	N ważnych	Średnia	Mediana	Minimum	Maksimum	Dolny kwartyl	Górny kwartyl	SD
SVR- w 1 min	20	0,38	0,34	0,32	0,52	0,33	0,42	0,06
SVR- w 2 min	20	0,39	0,37	0,31	0,51	0,34	0,44	0,06
SVR- w 3 min	20	0,38	0,35	0,31	0,52	0,33	0,44	0,07
SVR- w 4 min	20	0,40	0,38	0,31	0,51	0,35	0,44	0,06
SVR- w 5 min	20	0,41	0,38	0,33	0,52	0,37	0,45	0,06

Tabela nr 38. Wartości SVR w trakcie indukcji znieczulenia w grupie II.

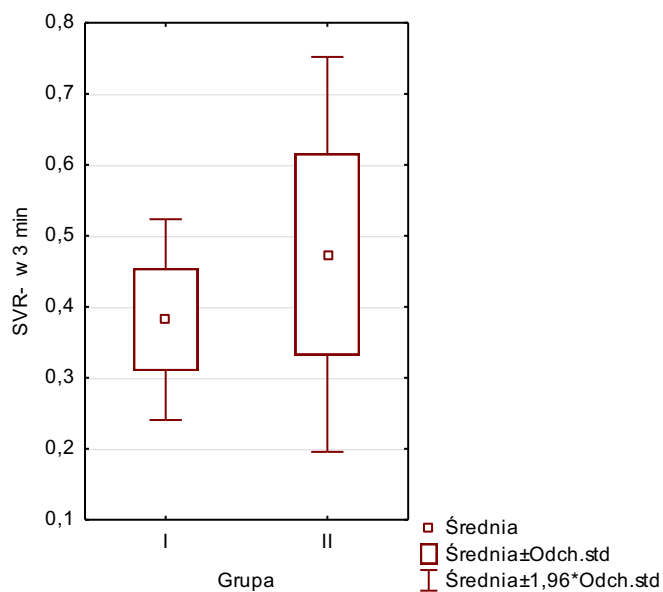
Zmienna	N ważnych	Średnia	Mediana	Minimum	Maksimum	Dolny kwartyl	Górny kwartyl	SD
SVR- w 1 min	21	0,44	0,45	0,21	0,84	0,38	0,49	0,13
SVR- w 2 min	21	0,44	0,44	0,24	0,59	0,38	0,51	0,10
SVR- w 3 min	21	0,47	0,47	0,23	0,88	0,37	0,52	0,14
SVR- w 4 min	21	0,46	0,48	0,21	0,79	0,38	0,53	0,13
SVR- w 5 min	21	0,44	0,44	0,24	0,77	0,36	0,51	0,12

Wykazano statystycznie istotne różnice w 1 i 3 minucie znieczulenia.

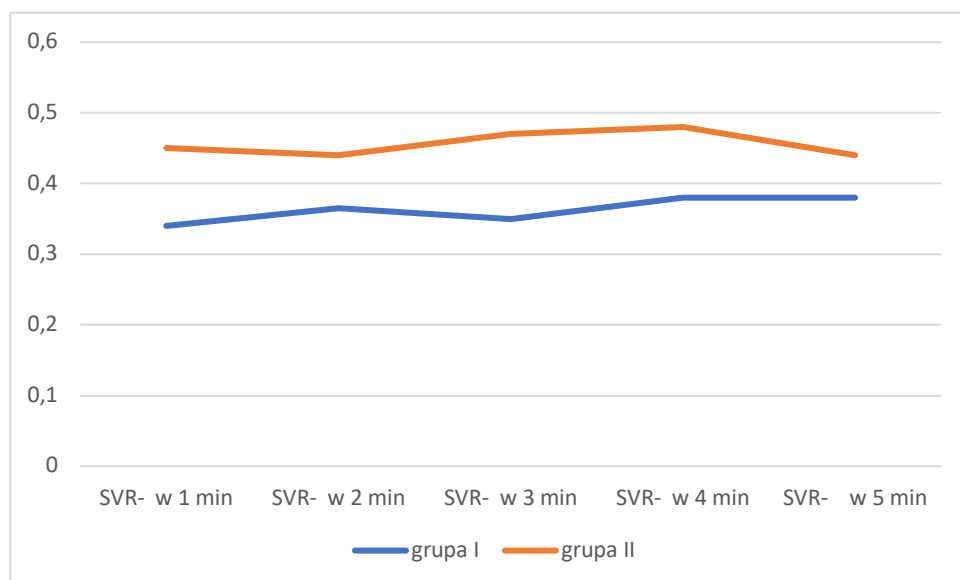
Ryc. 36. SVR w 1 minucie znieczulenia w badanych grupach.



Ryc. 37. SVR w 3 minucie znieczulenia w badanych grupach.



Ryc. 38. Mediana wartości SVR w trakcie indukcji znieczulenia w badanych grupach.



Mediana wartości dla grupy I zawierała się w wartościach 0,34 do 0,38; minimum 0,31 do 0,33, a maksimum 0,51 do 0,52. Natomiast mediana wartości SVR dla grupy II zawierała się w wartościach 0,44 do 0,48; minimum 0,21 do 0,24; maksimum 0,59- 0,84.

4.10.1.5. Porównanie wskaźnika kurczliwości (ICON) w trakcie indukcji znieczulenia

Tabela nr 39. Indeks kurczliwości serca w trakcie indukcji znieczulenia w grupie I.

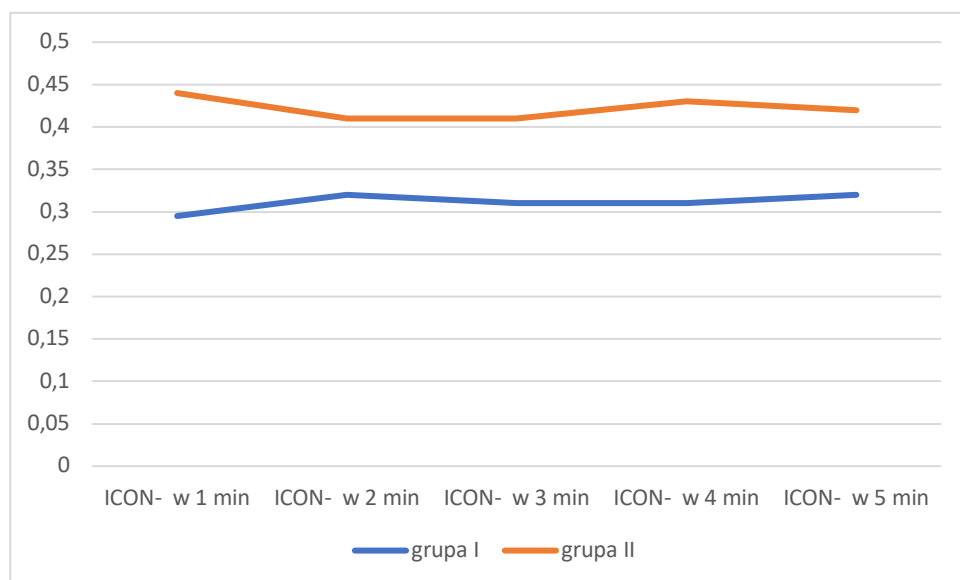
Zmienna	N ważnych	Średnia	Mediana	Minimum	Maksimum	Dolny kwartył	Górny kwartył	SD
ICON- w 1 min	20	0,36	0,30	0,22	0,77	0,24	0,49	0,16
ICON- w 2 min	20	0,36	0,32	0,21	0,83	0,23	0,45	0,16
ICON- w 3 min	20	0,37	0,31	0,21	0,92	0,24	0,46	0,17
ICON- w 4 min	20	0,36	0,31	0,21	0,76	0,22	0,44	0,15
ICON- w 5 min	20	0,37	0,32	0,21	1,02	0,24	0,43	0,19

Tabela nr 40. Indeks kurczliwości serca w trakcie indukcji znieczulenia w grupie II.

Zmienna	N ważnych	Średnia	Mediana	Minimum	Maksimum	Dolny kwartył	Górny kwartył	SD
ICON- w 1 min	21	0,45	0,44	0,22	0,88	0,33	0,51	0,18
ICON- w 2 min	21	0,44	0,41	0,21	0,88	0,32	0,51	0,17
ICON- w 3 min	21	0,44	0,41	0,21	0,88	0,32	0,51	0,19
ICON- w 4 min	21	0,45	0,43	0,21	0,86	0,30	0,49	0,19
ICON- w 5 min	21	0,36	0,42	0,21	0,77	0,31	0,48	0,30

Nie wykazano statystycznie istotnych różnic pomiędzy badanymi grupami.

Ryc. 39. Mediana indeksu kurczliwości ICON w badanych grupach.



Mediana wartości w grupie I zawierała się w przedziale 0,295 do 0,32. Natomiast w grupie II 0,41 do 0,43.

4.10.1.6. Porównanie indeksu wydajności serca (CPI) w trakcie indukcji znieczulenia.

Tabela nr 41. Wartości indeksu wrażliwości serca w trakcie indukcji znieczulenia w grupie I.

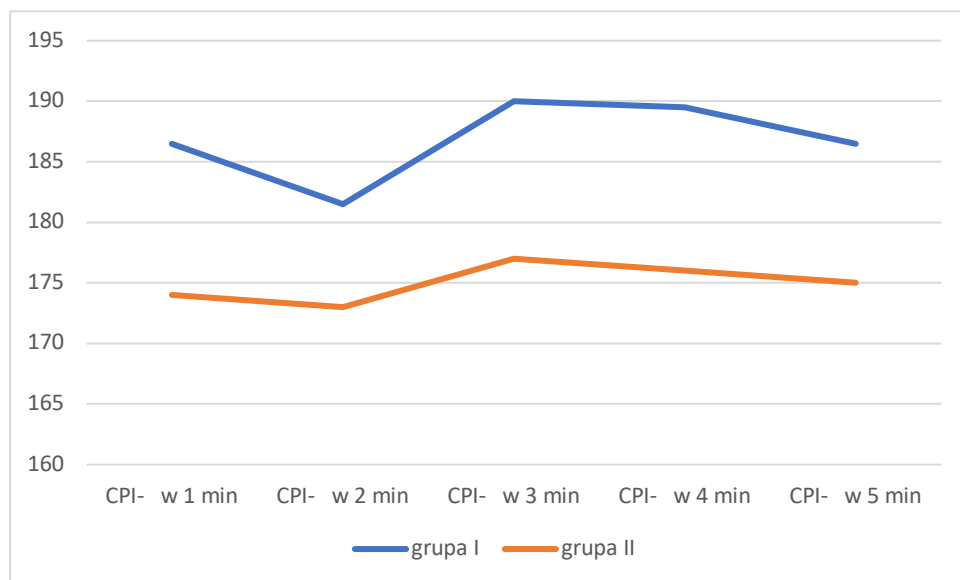
Zmienna	N ważnych	Średnia	Mediana	Minimum	Maksimum	Dolny kwartył	Górny kwartył	SD
CPI- w 1 min	20	198	187	156	287	1689	210	40
CPI- w 2 min	20	193	182	158	293	170	189	39
CPI- w 3 min	20	199	190	153	302	174	201	41
CPI- w 4 min	20	198	190	154	287	173	201	40
CPI- w 5 min	20	196	187	159	284	173	194	37

Tabela nr 42. Wartości indeksu wrażliwości serca w trakcie indukcji znieczulenia w grupie II.

Zmienna	N ważnych	Średnia	Mediana	Minimum	Maksimum	Dolny kwartył	Górny kwartył	SD
CPI- w 1 min	21	174	174	121	227	161	189	29
CPI- w 2 min	21	260	173	122	191	162	198	39
CPI- w 3 min	21	181	177	124	254	166	197	32
CPI- w 4 min	21	177	176	124	247	167	184	30
CPI- w 5 min	21	174	175	112	238	163	185	30

Nie wykazano statystycznie istotnych różnic pomiędzy badanymi grupami.

Ryc. 40. Mediana Indeksu wrażliwości serca (CPI) w trakcie indukcji znieczulenia w badanych grupach.



4.10.1.7. Porównanie zawartości płynu w klatce piersiowej (TFC) w trakcie indukcji znieczulenia.

Tabela nr 43. Zawartość płynu w klatce piersiowej (TFC) w grupie I, w trakcie indukcji znieczulenia.

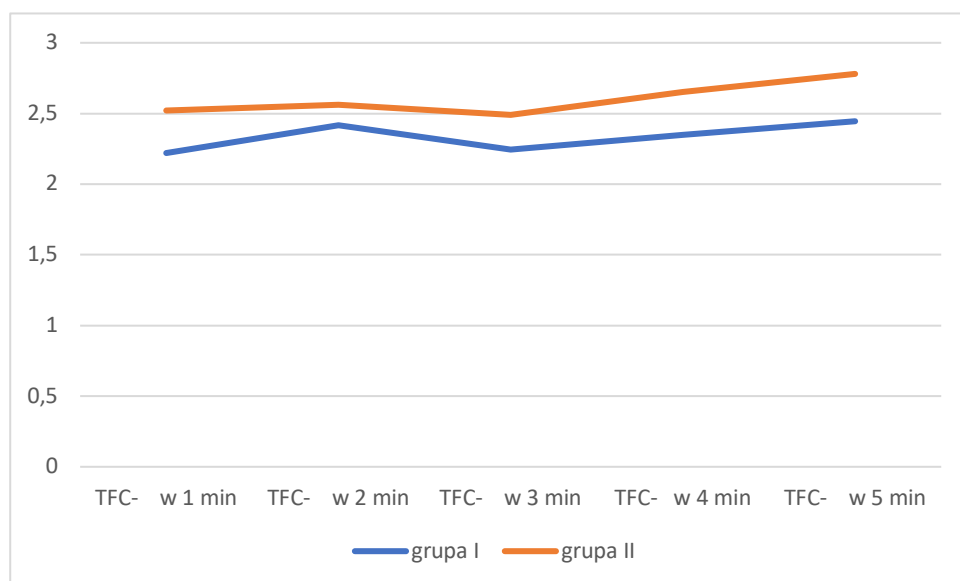
Zmienna	N ważnych	Średnia	Mediana	Minimum	Maksimum	Dolny kwartył	Górny kwartył	SD
TFC- w 1 min	20	2,66	2,22	1,68	5,46	1,79	2,91	1,17
TFC- w 2 min	20	2,52	2,42	1,54	1,74	1,82	2,84	3,82
TFC- w 3 min	20	2,61	2,25	1,48	5,26	1,87	2,87	0,99
TFC- w 4 min	20	2,62	2,35	1,68	5,75	1,89	2,66	1,03
TFC- w 5 min	20	2,67	2,45	1,54	5,44	1,87	2,90	0,97

Tabela nr 44. Zawartość płynu w klatce piersiowej (TFC) w grupie II, w trakcie indukcji znieczulenia.

Zmienna	N ważnych	Średnia	Mediana	Minimum	Maksimum	Dolny kwartył	Górny kwartył	SD
TFC- w 1 min	21	2,94	2,52	1,77	6,01	2,11	3,26	1,28
TFC- w 2 min	21	2,94	2,56	1,68	6,10	2,07	3,23	1,30
TFC- w 3 min	21	2,89	2,49	1,57	5,79	2,04	3,15	1,29
TFC- w 4 min	21	2,88	2,65	1,58	5,98	1,98	3,24	1,22
TFC- w 5 min	21	2,96	2,78	1,68	6,12	1,82	3,54	1,29

Nie wykazano istotnych statystycznie różnic pomiędzy badanymi grupami.

Ryc. 41. Mediana wartości zawartości wody w klatce piersiowej (TFC) w trakcie indukcji znieczulenia w badanych grupach.



4.10.1.8. Porównanie czasu wyrzutu krwi z lewej komory (LVET) podczas indukcji znieczulenia

Tabela nr 45. LVET w trakcie indukcji znieczulenia w grupie I.

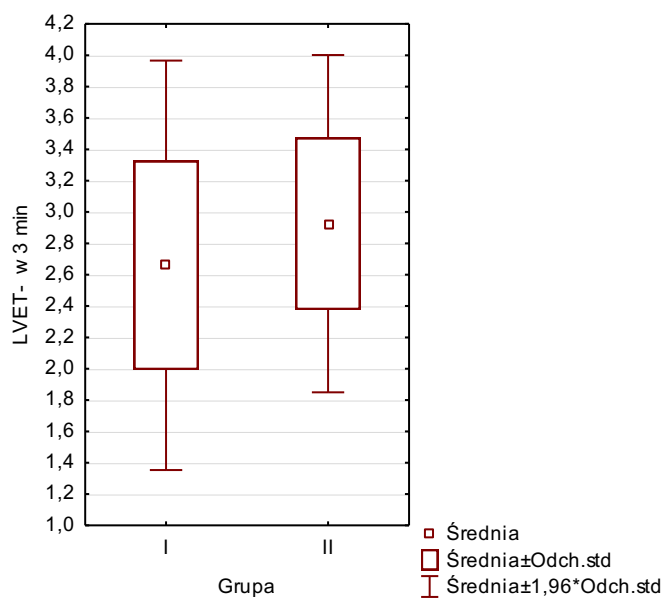
Zmienna	N ważnych	Średnia	Mediana	Minimum	Maksimum	Dolny kwartył	Górny kwartył	SD
LVET- w 1 min	20	2,69	2,31	2,12	4,12	2,25	2,88	0,67
LVET- w 2 min	20	2,64	2,33	2,12	4,04	2,24	3,09	0,62
LVET- w 3 min	20	2,66	2,37	2,12	4,18	2,18	2,78	0,67
LVET- w 4 min	20	2,67	2,44	2,15	4,02	2,21	2,78	0,63
LVET- w 5 min	20	2,73	2,41	2,18	4,15	2,22	2,95	0,67

Tabela nr 46. LVET w trakcie indukcji znieczulenia w grupie II.

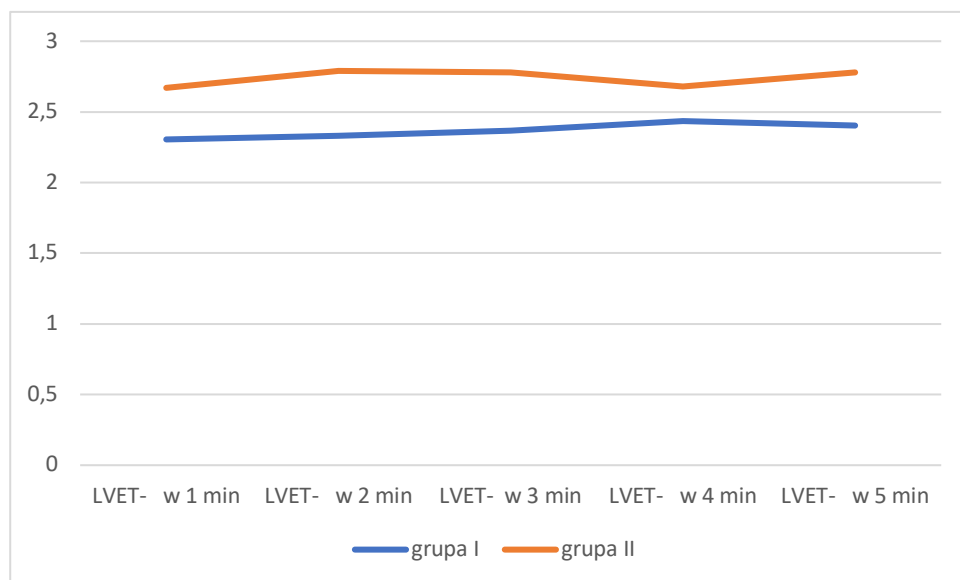
Zmienna	N ważnych	Średnia	Mediana	Minimum	Maksimum	Dolny kwartył	Górny kwartył	SD
LVET- w 1 min	21	2,89	2,67	2,11	4,12	2,51	3,04	0,62
LVET- w 2 min	21	2,89	2,79	2,01	4,25	2,56	3,24	0,59
LVET- w 3 min	21	2,92	2,78	1,98	4,02	2,63	3,11	0,55
LVET- w 4 min	21	2,80	2,68	1,89	3,87	2,48	3,12	0,57
LVET- w 5 min	21	2,88	2,78	1,87	3,98	2,48	3,24	0,58

Wykazano statystycznie istotną różnicę w 3 minucie znieczulenia.

Ryc. 42. LVET w 3 minucie znieczulenia w badanych grupach.



Ryc. 43. Mediana wartości LVET w trakcie indukcji znieczulenia w badanych grupach.



4.10.2. Porównanie kardiometrii elektrycznej w trakcie przyrządowego udrożnienia dróg oddechowych (rurka intubacyjna- grupa I, maska krtaniowa- grupa II)

4.10.2.1. Częstość rytmu serca (HR) w trakcie przyrządowego udrożnienia dróg oddechowych

W trakcie przyrządowego udrażniania dróg oddechowych stwierdzono istotne statystycznie różnice pomiędzy badanymi grupami.

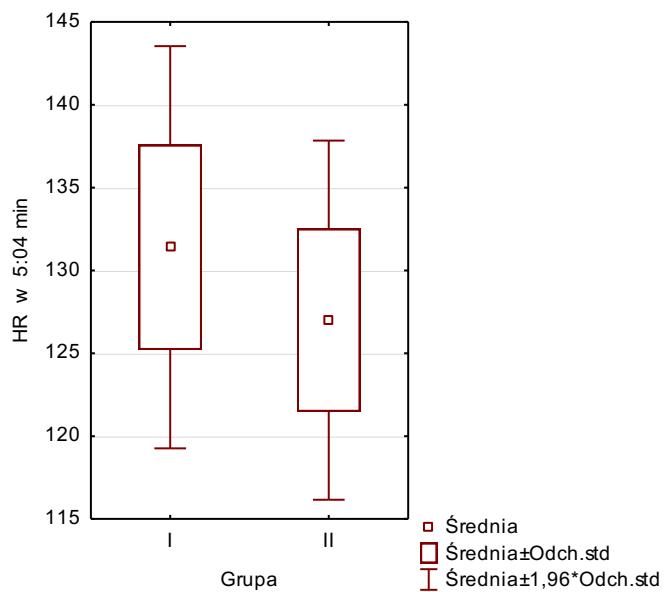
Tabela nr 47. HR w trakcie intubacji- grupa I.

Zmienna	N ważnych	Średnia	Mediana	Minimum	Maksimum	Dolny kwartyl	Górny kwartyl	SD
HR w 5:04 min	20	131	130	124	145	127	134	6
HR w 5:08 min	20	132	130	124	145	127	134	6
HR w 5:12 min	20	131	130	124	142	126	135	6
HR w 5:16 min	20	132	129	124	143	127	136	6
HR w 5:20 min	20	131	129	124	144	127	136	6
HR w 5:24 min	20	129	128	114	140	126	132	6
HR w 5:28 min	20	120	118	107	138	118	122	6
HR w 5:32 min	20	126	127	113	140	122	129	6
HR w 5:36 min	20	130	128	119	142	127	133	6
HR w 5:40 min	20	131	129	124	142	127	134	5
HR w 5:44 min	20	130	128	124	141	127	133	5
HR w 5:48 min	20	130	128	124	142	127	133	5
HR w 5:52 min	20	130	128	123	142	127	134	6

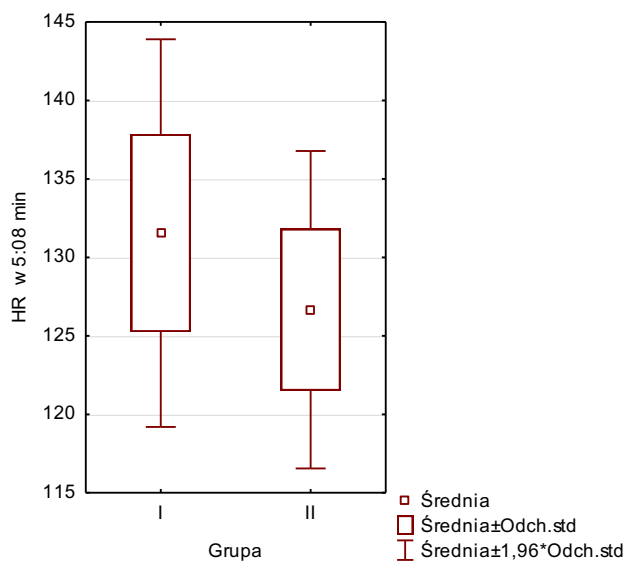
Tabela nr 48. HR w trakcie zakładania maski krtaniowej i-gel- grupa II.

Zmienna	N ważnych	Średnia	Mediana	Minimum	Maksimum	Dolny kwartyl	Górny kwartyl	SD
HR w 5:04 min	21	127	128	118	145	125	129	6
HR w 5:08 min	21	127	127	118	143	125	128	5
HR w 5:12 min	21	126	127	118	140	124	128	5
HR w 5:16 min	21	126	127	118	138	124	128	5
HR w 5:20 min	21	126	127	118	138	124	128	5
HR w 5:24 min	21	126	127	118	136	124	128	4
HR w 5:28 min	21	125	126	116	132	122	128	5
HR w 5:32 min	21	125	126	116	133	122	128	5
HR w 5:36 min	21	125	126	117	132	122	128	4
HR w 5:40 min	21	125	126	115	132	122	128	4
HR w 5:44 min	21	125	126	115	133	122	128	4
HR w 5:48 min	21	125	126	115	133	122	128	4
HR w 5:52 min	21	125	126	115	133	122	128	4

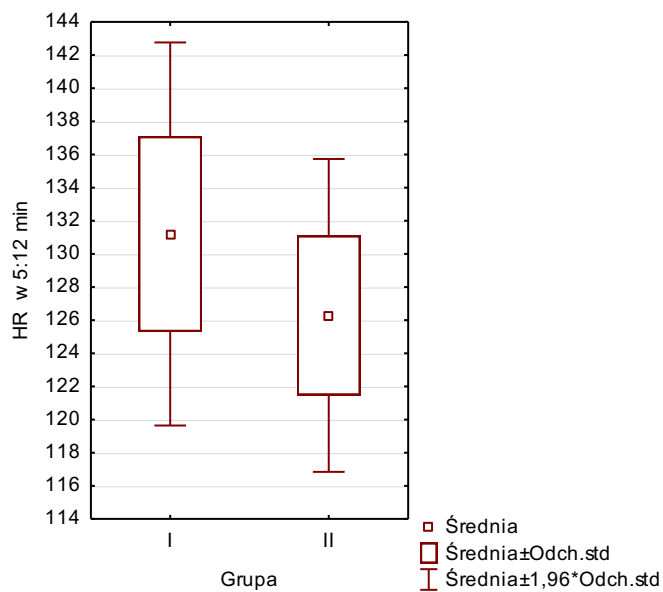
Ryc. 44. Częstotliwość uderzeń serca w 5:04 minuty w trakcie przyrządowego udrożnienia dróg oddechowych w badanych grupach.



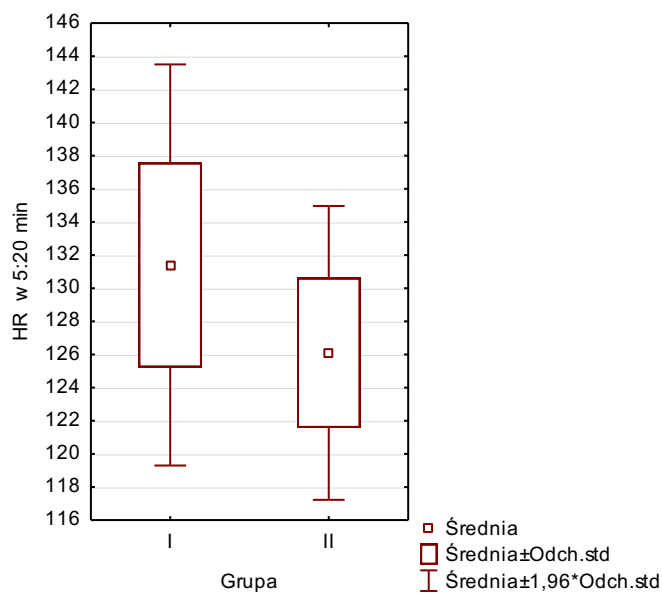
Ryc. 45. Częstotliwość uderzeń serca w 5:08 minuty w trakcie przyrządowego udrożnienia dróg oddechowych w badanych grupach.



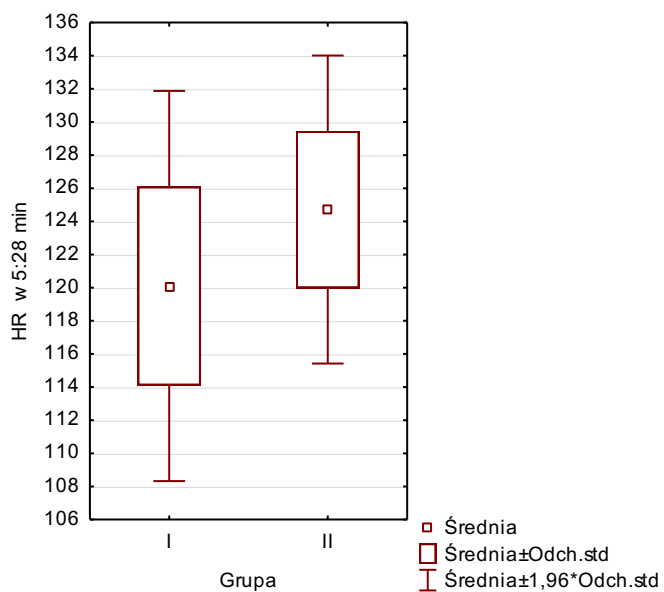
Ryc. 46. Częstotliwość uderzeń serca w 5:12 minuty w trakcie przyrządowego udrożnienia dróg oddechowych w badanych grupach.



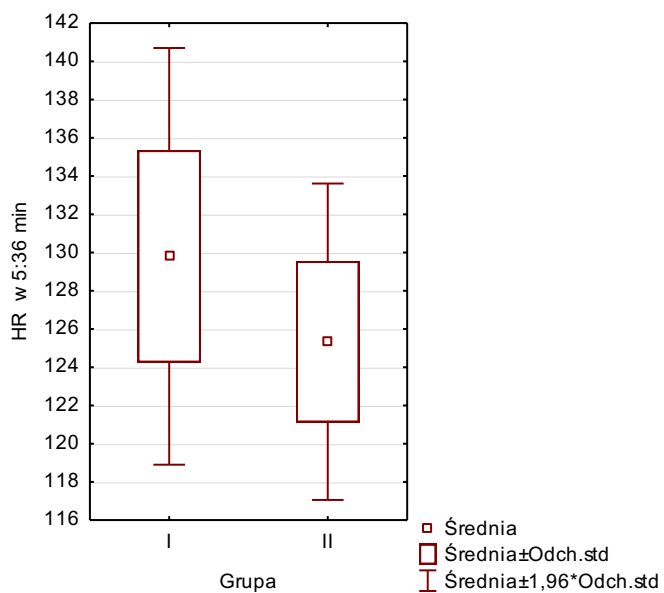
Ryc. 47. Częstotliwość uderzeń serca w 5:20 minuty w trakcie przyrządowego udrożnienia dróg oddechowych w badanych grupach.



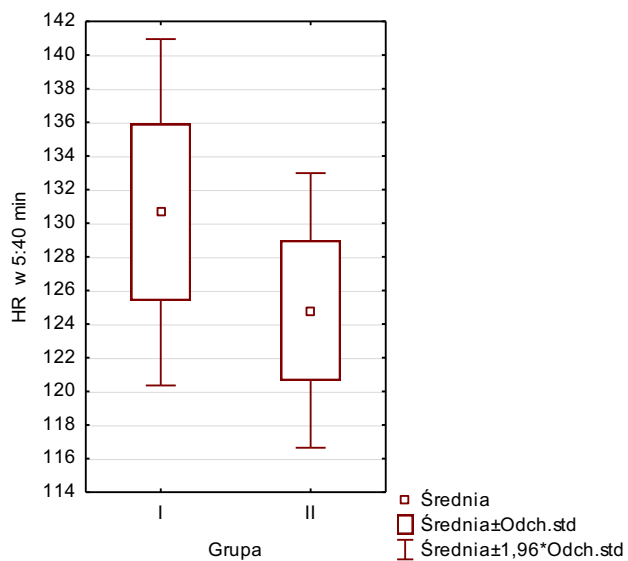
Ryc. 48. Częstotliwość uderzeń serca w 5:28 minuty w trakcie przyrządowego udrożnienia dróg oddechowych w badanych grupach.



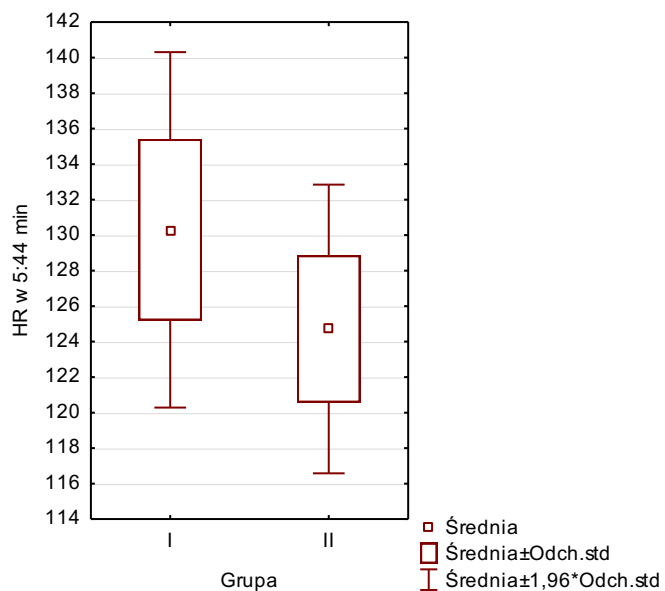
Ryc. 49. Częstotliwość uderzeń serca w 5:36 minuty w trakcie przyrządowego udrożnienia dróg oddechowych w badanych grupach.



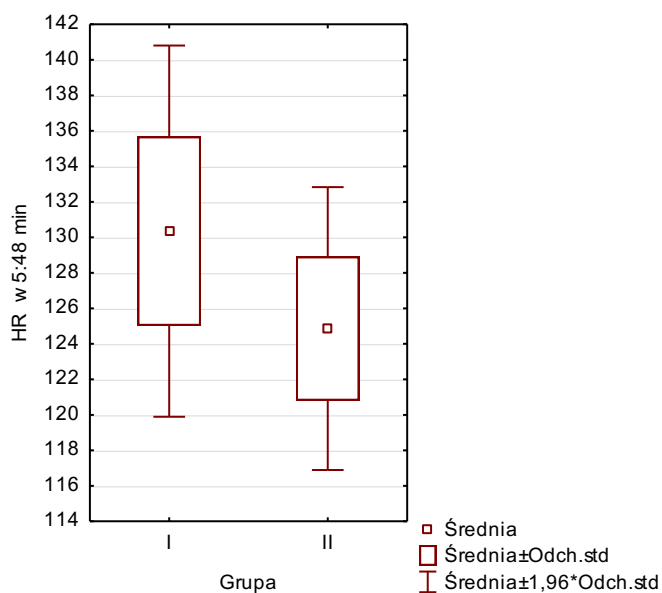
Ryc. 50. Częstotliwość uderzeń serca w 5:40 minuty w trakcie przyrządowego udrożnienia dróg oddechowych w badanych grupach.



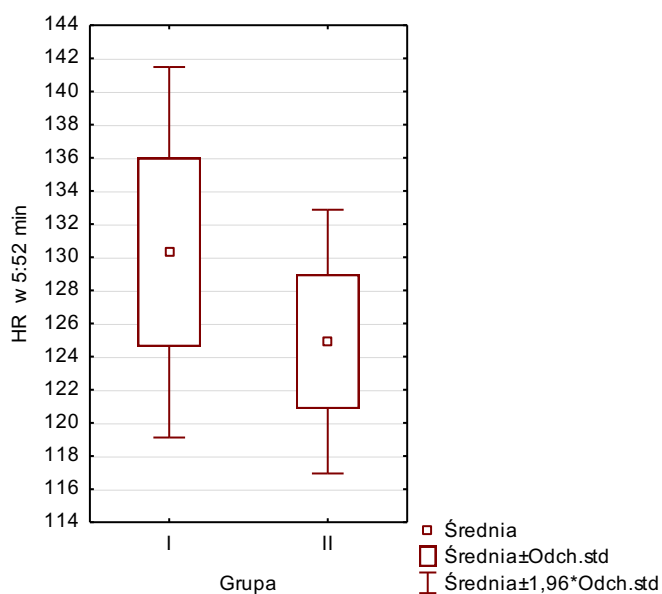
Ryc. 51. Częstotliwość uderzeń serca w 5:44 minuty w trakcie przyrządowego udrożnienia dróg oddechowych w badanych grupach.



Ryc. 52. Częstotliwość uderzeń serca w 5:48 minuty w trakcie przyrządowego udrożnienia dróg oddechowych w badanych grupach.



Ryc. 53. Częstotliwość uderzeń serca w 5:52 minuty w trakcie przyrządowego udrożnienia dróg oddechowych w badanych grupach.



Najniższa zanotowana wartość HR w grupie I to 107 uderzeń/minutę, zanotowane w 5:28 minuty, dokładnie po środku czasu przyrządowego udrażniania dróg oddechowych. Natomiast w grupie II minimum HR to 115 uderzeń na minutę zanotowane w 5:40; 5:44; 5:48 i 5:52 minucie trwania znieczulenia.

Ryc. 54. Mediana HR w trakcie przyrządowego udrażniania dróg oddechowych w badanych grupach.



Analizując dane statystyczne widać znaczące obniżenie HR w trakcie przyrządowego udrażniania dróg oddechowych w grupie I, gdzie mediana wartości waha się w granicach 118 uderzeń/minutę do 129,5 uderzeń/minutę. A najwyższa wartość odchylenia standardowego to 6,253420.

W grupie II mediana wartości mieści się w granicach 128 do 126 uderzeń/minutę i najwyższa wartość odchylenia standardowego to 5,531727.

Nasuwa się wniosek, że znieczulenie z maską krtaniową i-gel związane jest ze znacznie mniejszymi wahaniami rytmu serca- co może sugerować mniejszą odpowiedź stresową noworodka na przyrządowe udrożnienie dróg oddechowych.

4.10.2.2. Porównanie rzutu serca (CO) w trakcie przyrządowego udrażniania dróg oddechowych

Tabela nr 49. Rzut serca w trakcie intubacji- grupa I.

Zmienna	N ważnych	Średnia	Mediana	Minimum	Maksimum	Dolny kwartyl	Górny kwartyl	SD
CO- w 5:04 min	20	158	156	126	214	141	172	21
CO- w 5:08 min	20	157	154	125	218	139	171	23
CO- w 5:12 min	20	157	156	128	212	139	176	24
CO- w 5:16 min	20	156	156	125	208	140	170	22
CO- w 5:20 min	20	156	156	125	212	135	175	23
CO- w 5:24 min	20	151	146	117	214	130	171	24
CO- w 5:28 min	20	142	141	117	197	127	150	21
CO- w 5:32 min	20	150	149	128	204	142	156	17
CO- w 5:36 min	20	154	151	125	216	138	166	22
CO- w 5:40 min	20	154	154	126	218	138	165	22
CO- w 5:44 min	20	155	156	125	220	139	167	23
CO- w 5:48 min	20	158	157	125	210	146	170	22
CO- w 5:52 min	20	156	158	124	202	147	172	21

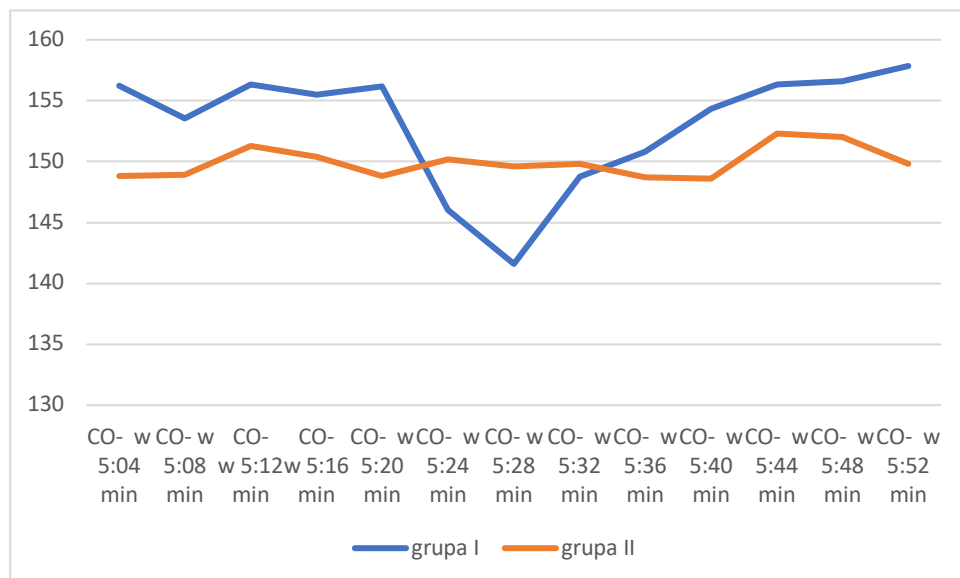
Tabela nr 50. Rzut serca w trakcie zakładania maski krtaniowej- grupa II.

Zmienna	N ważnych	Średnia	Mediana	Minimum	Maksimum	Dolny kwartyl	Górny kwartyl	SD
CO- w 5:04 min	21	148	149	125	178	139	155	15
CO- w 5:08 min	21	147	149	115	174	141	153	15
CO- w 5:12 min	21	201	151	117	125	145	155	23
CO- w 5:16 min	21	146	150	120	170	140	155	14
CO- w 5:20 min	21	147	149	116	175	141	153	16
CO- w 5:24 min	21	148	150	121	178	139	153	15
CO- w 5:28 min	21	149	150	121	179	143	153	15
CO- w 5:32 min	21	149	150	116	169	144	158	15
CO- w 5:36 min	21	147	149	115	173	142	156	16
CO- w 5:40 min	21	146	149	112	171	140	157	17
CO- w 5:44 min	21	149	152	122	174	148	155	13
CO- w 5:48 min	21	149	152	124	177	145	156	14
CO- w 5:52 min	21	148	150	121	177	144	153	15

Nie wykazano statystycznie istotnych różnic w zmianach rzutu serca podczas przyrządowego udrażniania dróg oddechowych pomiędzy badanymi grupami.

Mediana w II grupie badanej wynosiła 141,6 do 157,8. Wartości minimum i maksimum w grupie I zawierały się w przedziałach odpowiednio 116,9 do 128,4 i 196,5 do 220,0. Natomiast w grupie II mediana wynosiła 148,6 do 152,3. Minimum 112,4 do 124,5. Maksimum 171,4 do 178,6.

Ryc. 55. Mediana rzutu serca (CO) w trakcie przyrządowego udrażniania dróg oddechowych w badanych grupach.



Jak widać na wykresie w grupie I obserwowano znaczący spadek rzutu serca w trakcie przyrządowego udrażniania dróg oddechowych. Natomiast w grupie II rzut serca utrzymywał się na stałym poziomie.

Potwierdza to tezę, że maska krtaniowa zapewnia stabilny poziom znieczulenia noworodka oraz że udrożnienie dróg oddechowych przy pomocy maski krtaniowej ma mniejszy wpływ na układ krążenia niż intubacja dotchawicza.

4.10.2.3. Porównanie objętości wyrzutowej (SV) w trakcie przyrządowego udrażniania dróg oddechowych

Tabela nr 51. Objętość wyrzutowa (SV) w trakcie intubacji- grupa I.

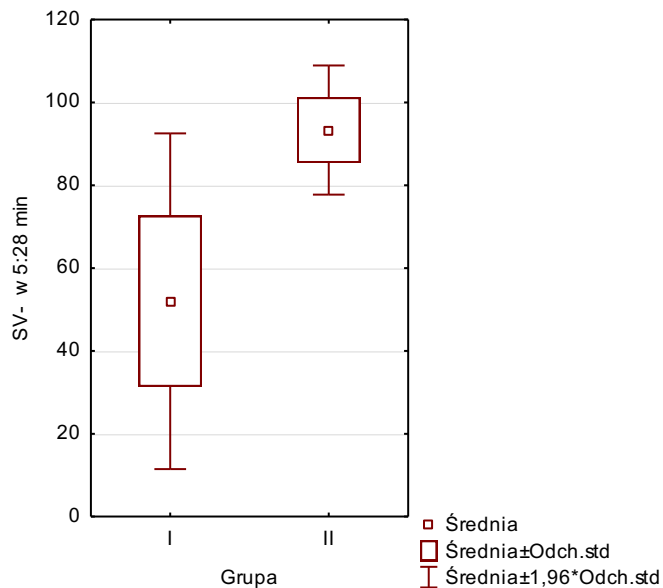
Zmienna	N ważnych	Średnia	Mediana	Minimum	Maksimum	Dolny kwartyl	Górny kwartyl	SD
SV- w 5:04 min	20	95	100	80	100	90	100	6
SV- w 5:08 min	20	97	100	90	100	90	100	5
SV- w 5:12 min	20	96	100	90	100	90	100	5
SV- w 5:16 min	20	96	100	90	100	90	100	5
SV- w 5:20 min	20	96	100	90	100	90	100	5
SV- w 5:24 min	20	92	100	40	100	90	100	16
SV- w 5:28 min	20	52	50	30	100	30	70	21
SV- w 5:32 min	20	79	80	50	90	70	90	12
SV- w 5:36 min	20	91	90	60	100	90	100	9
SV- w 5:40 min	20	98	100	90	100	95	100	4
SV- w 5:44 min	20	98	100	90	100	100	100	4
SV- w 5:48 min	20	98	100	90	100	95	100	4
SV- w 5:52 min	20	97	100	90	100	90	100	5

Tabela nr 52. Objętość wyrzutowa (SV) w trakcie zakładania maski krtaniowej- grupa II.

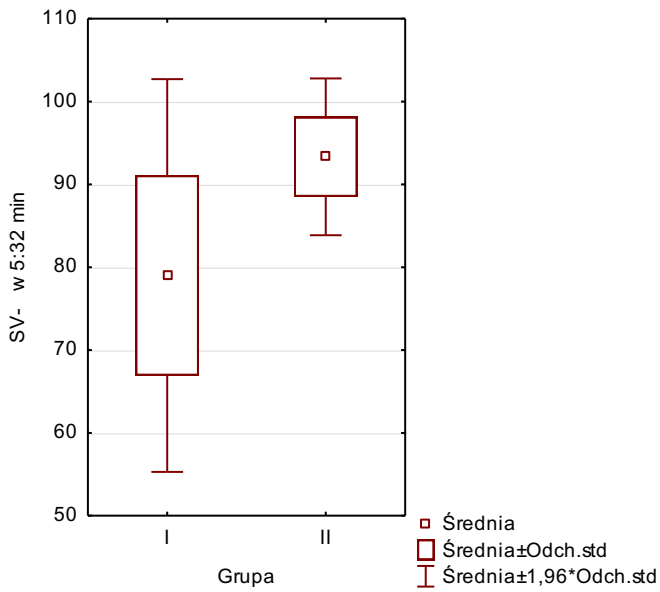
Zmienna	N ważnych	Średnia	Mediana	Minimum	Maksimum	Dolny kwartyl	Górny kwartyl	SD
SV- w 5:04 min	21	95	100	80	100	90	100	6
SV- w 5:08 min	21	94	100	50	100	90	100	11
SV- w 5:12 min	21	98	100	90	100	100	100	4
SV- w 5:16 min	21	96	100	70	100	90	100	7
SV- w 5:20 min	21	97	100	70	100	100	100	7
SV- w 5:24 min	21	96	100	60	100	90	100	9
SV- w 5:28 min	21	93	100	80	100	90	100	8
SV- w 5:32 min	21	93	90	90	100	90	100	5
SV- w 5:36 min	21	97	100	90	100	90	100	5
SV- w 5:40 min	21	98	100	90	100	100	100	4
SV- w 5:44 min	21	97	199	90	100	90	100	5
SV- w 5:48 min	21	98	100	90	100	100	100	4
SV- w 5:52 min	21	99	100	90	100	100	100	4

Wykazano statystycznie istotne różnice w 5:28, 5:32 i 5:36 minucie znieczulenia.

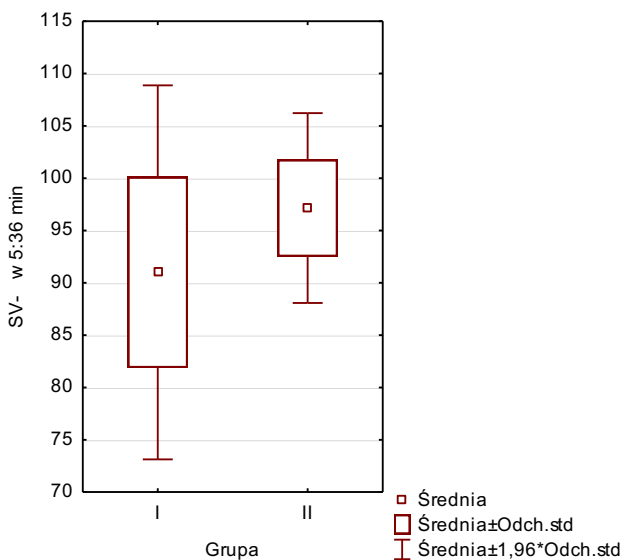
Ryc. 56. SV w 5:28 minucie znieczulenia w badanych grupach.



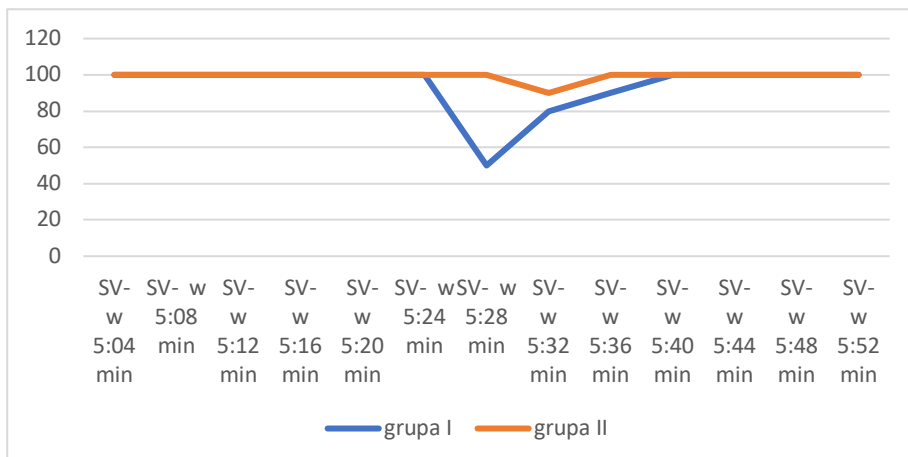
Ryc. 57. SV w 5:32 minucie znieczulenia w badanych grupach.



Ryc. 58. SV w 5:36 minucie znieczulenia w badanych grupach.



Ryc. 59. Mediana SV w trakcie przyrządowego udrożnienia dróg oddechowych w badanych grupach.



Ponownie w grupie I zaznacza się znacznie wyraźniejszy spadek rzutu serca niż grupie II. Najniższa wartość mediany w grupie I to 50,00% odnotowana w 5:28 minucie znieczulenia. Natomiast w grupie II najniższa wartość mediany to 90,00% odnotowana w 5:32 minucie znieczulenia.

Potwierdza to tezę, że maska krtaniowa zapewnia stabilny poziom znieczulenia noworodka oraz, że udrożnienie dróg oddechowych przy pomocy maski krtaniowej ma mniejszy wpływ na układ krążenia niż intubacja dotchawicza.

4.10.2.4. Porównanie systemowego oporu naczyniowego (SVR) w trakcie przyrządowego udrażniania dróg oddechowych

Tabela nr 53. Systemowy opór naczyniowy (SVR) w trakcie intubacji- grupa I.

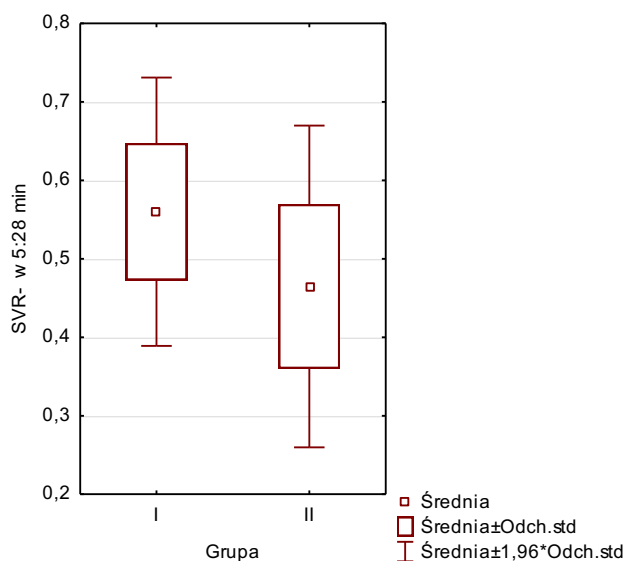
Zmienna	N ważnych	Średnia	Mediana	Minimum	Maksimum	Dolny kwartyl	Górny kwartyl	SD
SVR- w 5:04 min	20	0,41	0,38	0,31	0,53	0,36	0,47	0,07
SVR- w 5:08 min	20	0,41	0,40	0,32	0,51	0,38	0,45	0,06
SVR- w 5:12 min	20	0,39	0,38	0,32	0,51	0,34	0,42	0,06
SVR- w 5:16 min	20	0,40	0,37	0,31	0,54	0,34	0,44	0,07
SVR- w 5:20 min	20	0,40	0,38	0,34	0,53	0,35	0,43	0,06
SVR- w 5:24 min	20	0,42	0,39	0,32	0,71	0,35	0,46	0,11
SVR- w 5:28 min	20	0,56	0,58	0,31	0,67	0,52	0,64	0,09
SVR- w 5:32 min	20	0,45	0,47	0,32	0,60	0,39	0,50	0,08
SVR- w 5:36 min	20	0,42	0,40	0,31	0,55	0,36	0,49	0,07
SVR- w 5:40 mi	20	0,39	0,38	0,28	0,51	0,32	0,47	0,07
SVR- w 5:44 min	20	0,38	0,37	0,24	0,58	0,35	0,45	0,06
SVR- w 5:48 min	20	0,39	0,38	0,22	0,52	0,35	0,42	0,06
SVR- w 5:52 min	20	0,39	0,38	0,27	0,52	0,35	0,44	0,07

Tabela nr 54. Systemowy opór naczyniowy (SVR) w trakcie zakładania maski krtaniowej- grupa II.

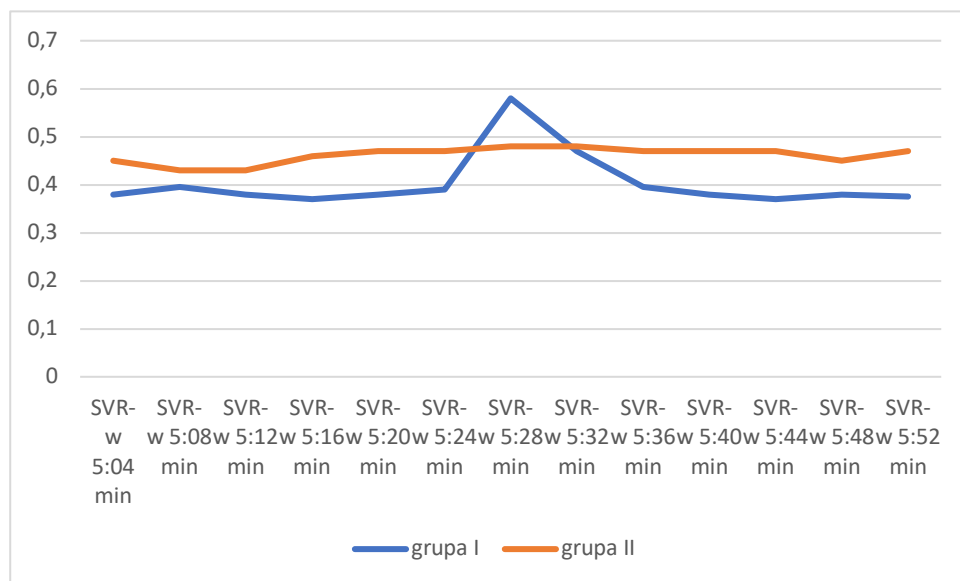
Zmienna	N ważnych	Średnia	Mediana	Minimum	Maksimum	Dolny kwartyl	Górny kwartyl	SD
SVR- w 5:04 min	21	0,45	0,45	0,25	0,81	0,38	0,52	0,13
SVR- w 5:08 min	21	0,46	0,43	0,26	0,82	0,35	0,54	0,14
SVR- w 5:12 min	21	0,45	0,43	0,21	0,88	0,38	0,52	0,14
SVR- w 5:16 min	21	0,46	0,46	0,23	0,78	0,41	0,51	0,13
SVR- w 5:20 min	21	0,47	0,47	0,21	0,77	0,43	0,52	0,13
SVR- w 5:24 min	21	0,45	0,47	0,24	0,74	0,39	0,49	0,12
SVR- w 5:28 min	21	0,46	0,48	0,25	0,78	0,42	0,51	0,10
SVR- w 5:32 min	21	0,46	0,48	0,21	0,75	0,38	0,51	0,12
SVR- w 5:36 min	21	0,45	0,47	0,22	0,76	0,37	0,51	0,11
SVR- w 5:40 mi	21	0,44	0,47	0,24	0,74	0,39	0,50	0,11
SVR- w 5:44 min	21	0,45	0,47	0,24	0,77	0,38	0,49	0,12
SVR- w 5:48 min	21	0,44	0,45	0,23	0,74	0,35	0,52	0,12
SVR- w 5:52 min	21	0,45	0,47	0,21	0,79	0,38	0,50	0,12

Wykazano statystycznie istotne różnice w 5:28 minuty znieczulenia.

Ryc. 60. SVR w 5:28 minuty znieczulenia, podczas przyrządowego udrażniania dróg oddechowych w badanych grupach.



Ryc. 61. Mediana SVR w trakcie przyrządowego udrażniania dróg oddechowych w badanych grupach.



Ponownie w grupie I zaznacza się wyraźny wzrost systemowego niż grupie II. Najniższa wartość mediany w grupie I to 0,3700 odnotowana w 5:44 minucie znieczulenia, a najwyższa wartość mediany wyniosła 0,5800 w 5:28 minucie znieczulenia. Natomiast w grupie II najniższa wartość mediany to 0,4300 odnotowana w 5:08 i 5:12 minucie znieczulenia, a najwyższa wartość mediany to 0,4800 odnotowana w 5:28 i 5:31 minucie znieczulenia. Potwierdza to tezę, że maska krtaniowa zapewnia stabilny poziom znieczulenia noworodka oraz, że udrożnienie dróg oddechowych przy pomocy maski krtaniowej ma mniejszy wpływ na układ krążenia niż intubacja dotchawicza.

4.10.2.5. Porównanie wskaźnika kurczliwości serca (ICON) w trakcie przyrządowego udrażniania dróg oddechowych.

Tabela nr 55. Wskaźnik kurczliwości serca (ICON) w trakcie intubacji- grupa I.

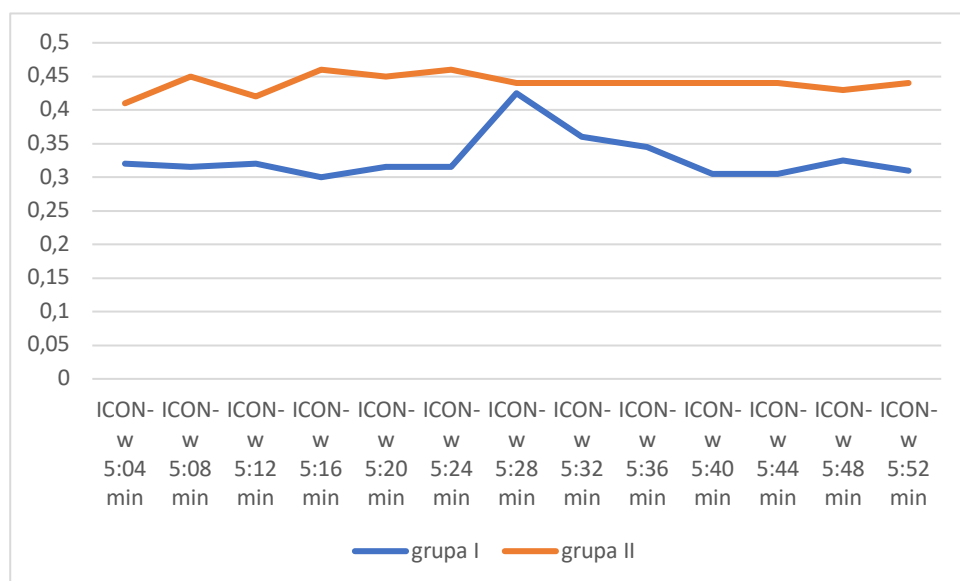
Zmienna	N ważnych	Średnia	Mediana	Minimum	Maksimum	Dolny kwartyl	Górny kwartyl	SD
ICON- w 5:04 min	20	0,37	0,32	0,21	0,93	0,24	0,49	0,18
ICON- w 5:08 min	20	0,36	0,32	0,21	0,87	0,24	0,48	0,16
ICON- w 5:12 min	20	0,37	0,32	0,22	0,94	0,24	0,48	0,17
ICON- w 5:16 min	20	0,36	0,30	0,21	0,86	0,23	0,46	0,16
ICON- w 5:20 min	20	0,37	0,32	0,21	1,02	0,24	0,46	0,19
ICON- w 5:24 min	20	0,39	0,32	0,22	0,93	0,25	0,51	0,18
ICON- w 5:28 min	20	0,46	0,43	0,28	0,86	0,38	0,46	0,14
ICON- w 5:32 min	20	0,40	0,36	0,22	0,94	0,26	0,47	0,18
ICON- w 5:36 min	20	0,39	0,35	0,21	0,96	0,24	0,47	0,18
ICON- w 5:40 min	20	0,36	0,31	0,21	0,85	0,24	0,42	0,16
ICON- w 5:44 min	20	0,36	0,31	0,21	0,89	0,23	0,44	0,17
ICON- w 5:48 min	20	0,36	0,33	0,21	0,78	0,24	0,43	0,15
ICON- w 5:52 min	20	0,36	0,31	0,22	0,84	0,24	0,44	0,16

Tabela nr 56. Wskaźnik kurczliwości serca (ICON) w trakcie zakładania maski krtaniowej- grupa II.

Zmienna	N ważnych	Średnia	Mediana	Minimum	Maksimum	Dolny kwartyl	Górny kwartyl	SD
ICON- w 5:04 min	21	0,44	0,41	0,22	0,82	0,29	0,52	0,18
ICON- w 5:08 min	21	0,44	0,45	0,22	0,82	0,29	0,55	0,18
ICON- w 5:12 min	21	0,44	0,42	0,21	0,88	0,28	0,52	0,19
ICON- w 5:16 min	21	0,44	0,46	0,19	0,88	0,29	0,52	0,19
ICON- w 5:20 min	21	0,43	0,45	0,17	0,84	0,28	0,52	0,18
ICON- w 5:24 min	21	0,43	0,46	0,21	0,86	0,28	0,48	0,17
ICON- w 5:28 min	21	0,43	0,44	0,19	0,78	0,31	0,49	0,16
ICON- w 5:32 min	21	0,43	0,44	0,22	0,75	0,29	0,51	0,15
ICON- w 5:36 min	21	0,44	0,44	0,18	0,78	0,31	0,51	0,17
ICON- w 5:40 min	21	0,43	0,44	0,17	0,88	0,28	0,52	0,18
ICON- w 5:44 min	21	0,42	0,44	0,18	0,77	0,29	0,51	0,16
ICON- w 5:48 min	21	0,42	0,43	0,16	0,76	0,28	0,50	0,17
ICON- w 5:52 min	21	0,43	0,44	0,17	0,82	0,32	0,47	0,17

Nie wykazano istotnych statystycznie różnic pomiędzy badanymi grupami.

Ryc. 62. Mediana Wskaźnika Indeksu Kurczliwości (ICON) w trakcie przyrządowego udrażniania dróg oddechowych w badanych grupach.



Ponownie w grupie I zaznacza się wyraźny wzrost wskaźnika kurczliwości serca (ICON) na tle grupy II. Najniższa wartość mediany w grupie I to 0,3700 odnotowana w 5:44 minucie znieczulenia, a najwyższa wartość mediany wyniosła 0,5800 w 5:28 minucie znieczulenia.

Natomiast w grupie II najniższa wartość mediany to 0,4300 odnotowana w 5:08 i 5:12 minucie znieczulenia, a najwyższa wartość mediany to 0,4800 odnotowana w 5:28 i 5:31 minucie znieczulenia.

Potwierdza to tezę, że maska krtaniowa zapewnia stabilny poziom znieczulenia noworodka oraz że udrożnienie dróg oddechowych przy pomocy maski krtaniowej ma mniejszy wpływ na układ krążenia niż intubacja dotchawicza.

4.10.2.6. Porównanie indeksu wrażliwości serca (CPI) w trakcie przyrządowego udrażniania dróg oddechowych.

Tabela nr 57. Indeks wrażliwości serca (CPI) w trakcie intubacji- grupa I.

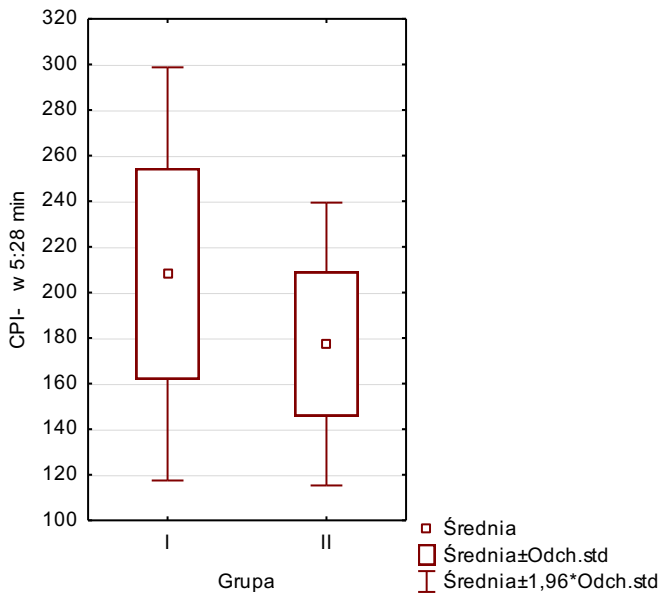
Zmienna	N ważnych	Średnia	Mediana	Minimum	Maksimum	Dolny kwartyl	Górny kwartyl	SD
CPI- w 5:04 min	20	200	187	159	293	174	207	41
CPI- w 5:08 min	20	197	186	162	301	171	198	39
CPI- w 5:12 min	20	196	188	158	286	168	202	38
CPI- w 5:16 min	20	197	183	159	291	172	197	40
CPI- w 5:20 min	20	195	184	156	293	176	195	38
CPI- w 5:24 min	20	190	180	148	281	163	196	40
CPI- w 5:28 min	20	208	200	128	314	187	211	46
CPI- w 5:32 min	20	200	189	135	297	180	201	41
CPI- w 5:36 min	20	198	186	157	286	177	198	36
CPI- w 5:40 min	20	193	181	152	286	173	194	38
CPI- w 5:44 min	20	194	183	149	294	171	195	40
CPI- w 5:48 min	20	195	184	148	296	172	196	42
CPI- w 5:52 min	20	193	181	157	284	168	194	40

Tabela nr 58. Indeks wrażliwości serca (CPI) w trakcie zakładania maski krtaniowej- grupa II.

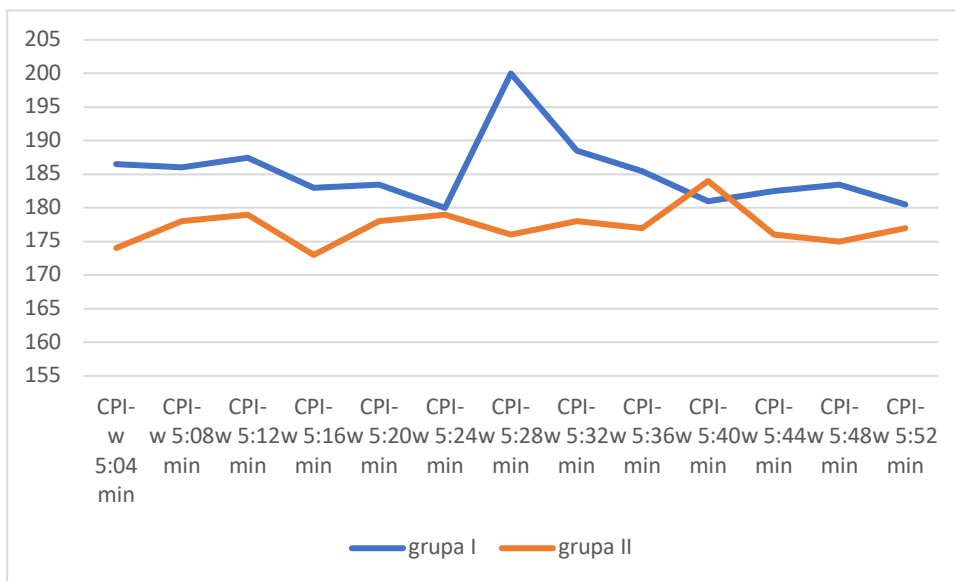
Zmienna	N ważnych	Średnia	Mediana	Minimum	Maksimum	Dolny kwartyl	Górny kwartyl	SD
CPI- w 5:04 min	21	182	174	121	298	157	193	39
CPI- w 5:08 min	21	180	178	117	276	168	186	31
CPI- w 5:12 min	21	180	179	116	258	169	187	29
CPI- w 5:16 min	21	180	173	124	259	168	192	31
CPI- w 5:20 min	21	184	178	128	248	172	198	25
CPI- w 5:24 min	21	181	179	122	235	172	196	26
CPI- w 5:28 min	21	177	176	126	261	163	188	32
CPI- w 5:32 min	21	181	178	121	286	164	193	34
CPI- w 5:36 min	21	182	177	112	312	167	194	39
CPI- w 5:40 min	21	184	184	116	304	172	193	39
CPI- w 5:44 min	21	179	176	118	287	156	186	31
CPI- w 5:48 min	21	177	175	120	279	161	187	29
CPI- w 5:52 min	21	180	177	122	289	163	192	31

Wykazano statystycznie istotną różnicę w 5:28 minucie znieczulenia.

Ryc. 63. Wskaźnik wrażliwości serca (CPI) w 5:28 minucie znieczulenia w badanych grupach.



Ryc. 64. Mediana Wskaźnika Wrażliwości Serca (CPI) w trakcie przyrządowego udrażniania dróg oddechowych w badanych grupach.



W grupie I zaznacza się wyraźny wzrost wskaźnika wrażliwości serca (CPI) w porównaniu do grupy II. Najniższa wartość mediany w grupie I to 180,500 odnotowana w 5:52 minucie znieczulenia, a najwyższa wartość mediany wyniosła 200,00 w 5:28 minucie znieczulenia. Natomiast w grupie II najniższa wartość mediany to 174,00 odnotowana w 5:12 minucie znieczulenia, a najwyższa wartość mediany to 184,00 odnotowana w 5:40 minucie znieczulenia.

Ponownie potwierdza to tezę, że maska krtaniowa zapewnia stabilny poziom znieczulenia noworodka oraz że udrożnienie dróg oddechowych przy pomocy maski krtaniowej ma mniejszy wpływ na układ krążenia niż intubacja dotchawicza.

4.10.2.7. Porównanie zawartości wody w klatce piersiowej (TFC) w trakcie przyrządowego udrażniania dróg oddechowych.

Tabela nr 59. Zawartość wody w klatce piersiowej (TFC) w trakcie intubacji- grupa I.

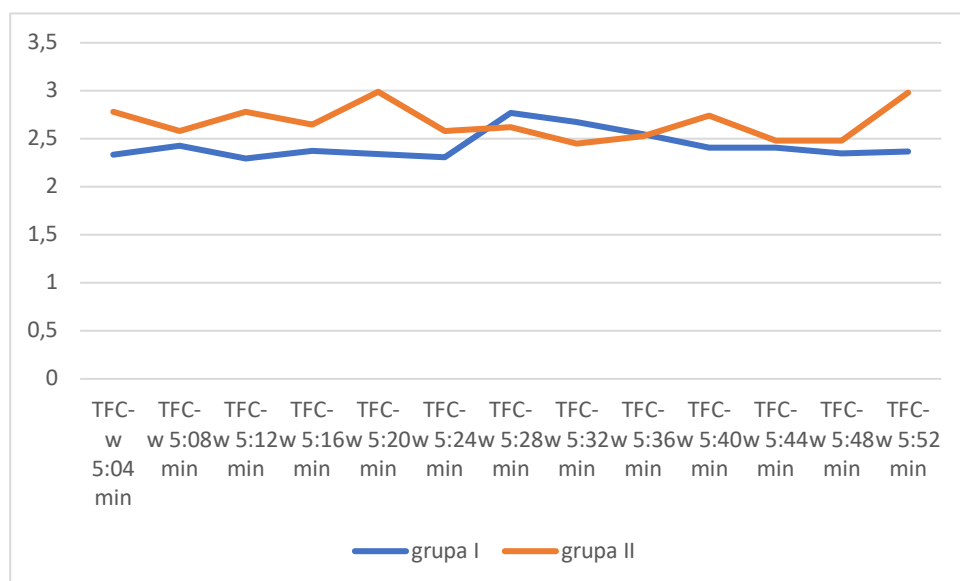
Zmienna	N ważnych	Średnia	Mediana	Minimum	Maksimum	Dolny kwartyl	Górny kwartyl	SD
TFC- w 5:04 min	20	2,61	2,34	1,52	4,87	1,83	2,91	0,96
TFC- w 5:08 min	20	2,66	2,43	1,50	5,12	1,94	2,71	1,00
TFC- w 5:12 min	20	2,63	2,30	1,53	5,32	1,99	2,66	1,05
TFC- w 5:16 min	20	2,65	2,38	1,53	5,88	1,81	2,79	1,14
TFC- w 5:20 min	20	2,69	2,34	1,51	5,43	1,84	3,11	1,10
TFC- w 5:24 min	20	2,62	2,31	1,49	4,83	1,88	3,11	0,90
TFC- w 5:28 min	20	2,96	2,77	1,78	6,57	2,18	3,28	1,11
TFC- w 5:32 min	20	2,76	2,68	1,67	5,24	1,98	2,84	0,90
TFC- w 5:36 min	20	2,77	2,55	1,62	5,43	1,86	2,85	1,09
TFC- w 5:40 min	20	2,67	2,41	1,59	5,44	1,81	2,88	1,06
TFC- w 5:44 min	20	2,65	2,41	1,55	5,78	1,81	2,71	1,09
TFC- w 5:48 min	20	2,63	2,35	1,52	6,12	1,82	2,79	1,12
TFC- w 5:52 min	20	2,65	2,36	1,53	5,34	1,85	2,87	1,03

Tabela nr 60. Zawartość wody w klatce piersiowej (TFC) w trakcie zakładania maski krtaniowej- grupa II.

Zmienna	N ważnych	Średnia	Mediana	Minimum	Maksimum	Dolny kwartyl	Górny kwartyl	SD
TFC- w 5:04 min	21	2,87	2,78	1,24	5,78	1,84	3,14	1,21
TFC- w 5:08 min	21	2,85	2,58	1,15	5,83	1,94	3,12	1,21
TFC- w 5:12 min	21	2,50	2,78	1,69	4,69	2,12	3,12	1,02
TFC- w 5:16 min	21	2,89	2,65	1,56	5,48	2,14	3,25	1,17
TFC- w 5:20 min	21	3,40	2,99	1,74	1,16	2,09	3,24	2,18
TFC- w 5:24 min	21	2,80	2,58	2,54	6,19	1,87	3,27	1,38
TFC- w 5:28 min	21	2,85	2,62	1,12	6,12	1,94	3,24	1,17
TFC- w 5:32 min	21	2,88	2,45	0,97	5,98	2,07	3,39	1,24
TFC- w 5:36 min	21	2,91	2,53	0,87	5,78	2,01	3,40	1,25
TFC- w 5:40 min	21	2,90	2,74	0,76	3,42	1,84	3,28	7,40
TFC- w 5:44 min	21	2,73	2,48	0,35	5,89	1,93	3,18	1,33
TFC- w 5:48 min	21	2,76	2,48	0,16	5,49	2,04	3,29	1,29
TFC- w 5:52 min	21	1,12	2,98	1,24	1,76	1,96	3,75	3,78

Nie wykazano istotnych statystycznie różnic pomiędzy badanymi grupami.

Ryc. 65. Mediana wartości Zawartości wody w klatce piersiowej (TFC) w trakcie przyrządowego udrażniania dróg oddechowych.



W grupie I zaznacza się wyraźny wzrost zawartości wody w klatce piersiowej (TFC) w porównaniu do wartości bazowej. Najniższa wartość mediany w grupie I to 2,35 odnotowana w 5:24 minucie znieczulenia, a najwyższa wartość mediany wyniosła 2,77 w 5:28 minucie znieczulenia. Natomiast w grupie II najniższa wartość mediany to 2,45 w 5:32 minucie znieczulenia, a najwyższa wartość mediany to 2,98 odnotowana w 5:52 minucie znieczulenia.

Wykres może sugerować, że znieczulenie z maską krtaniową zapewnia stabilny poziom znieczulenia noworodka oraz że udrożnienie dróg oddechowych przy pomocy maski krtaniowej ma mniejszy wpływ na układ krążenia niż intubacja dotchawicza.

4.10.2.8. Porównanie czasu wyrzutu krwi z lewej komory (LVET) w trakcie przyrządowego udrażniania dróg oddechowych

Tabela nr 61. Wartości LVET w trakcie intubacji- grupa I.

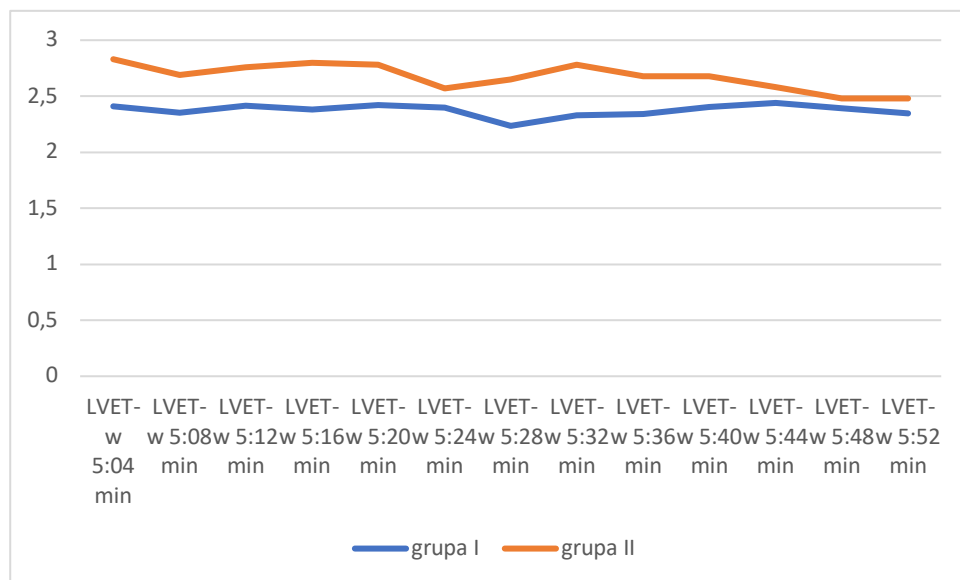
Zmienna	N ważnych	Średnia	Mediana	Minimum	Maksimum	Dolny kwartyl	Górny kwartyl	SD
LVET- w 5:04 min	20	2,68	2,41	2,12	4,12	2,24	2,66	0,68
LVET- w 5:08 min	20	2,64	2,36	2,12	4,18	2,24	2,54	0,68
LVET- w 5:12 min	20	2,68	2,42	2,12	4,24	2,26	2,69	0,69
LVET- w 5:16 min	20	2,68	2,38	2,14	4,18	2,26	2,73	0,68
LVET- w 5:20 min	20	2,73	2,42	2,16	4,11	2,21	3,29	0,70
LVET- w 5:24 min	20	2,71	2,40	2,06	4,28	2,27	3,05	0,66
LVET- w 5:28 min	20	2,65	2,24	1,77	4,43	1,98	3,45	0,96
LVET- w 5:32 min	20	2,63	2,33	1,88	4,18	2,14	2,85	0,74
LVET- w 5:36 min	20	2,64	2,34	2,12	4,09	2,21	2,74	0,68
LVET- w 5:40 min	20	2,64	2,41	2,12	4,12	2,24	2,81	0,62
LVET- w 5:44 min	20	2,65	2,44	2,14	4,17	2,35	2,60	0,61
LVET- w 5:48 min	20	2,59	2,40	2,15	4,10	2,24	2,53	0,59
LVET- w 5:52 min	20	2,61	2,35	2,12	4,15	2,20	2,71	0,64

Tabela nr 62. Wartości LVET w trakcie zakładania maski krtaniowej- grupa II.

Zmienna	N ważnych	Średnia	Mediana	Minimum	Maksimum	Dolny kwartyl	Górny kwartyl	SD
LVET- w 5:04 min	21	2,78	2,83	1,96	3,74	2,12	3,15	0,59
LVET- w 5:08 min	21	2,79	2,69	1,87	3,83	2,22	3,43	0,63
LVET- w 5:12 min	21	2,78	2,76	1,78	4,11	2,14	3,12	0,67
LVET- w 5:16 min	21	2,85	2,80	1,98	3,98	2,32	3,29	0,61
LVET- w 5:20 min	21	2,77	2,78	1,97	3,85	2,27	2,98	0,56
LVET- w 5:24 min	21	2,68	2,57	1,87	3,82	2,15	3,03	0,59
LVET- w 5:28 min	21	2,65	2,65	1,87	3,49	2,41	3,01	0,48
LVET- w 5:32 min	21	2,76	2,78	1,78	3,78	2,43	3,12	0,58
LVET- w 5:36 min	21	2,79	2,68	1,79	3,98	2,49	3,02	0,59
LVET- w 5:40 min	21	2,74	2,68	1,87	4,02	2,28	3,02	0,62
LVET- w 5:44 min	21	2,69	2,58	1,52	3,94	2,37	2,93	0,64
LVET- w 5:48 min	21	2,64	2,48	1,75	3,87	2,24	3,15	0,59
LVET- w 5:52 min	21	2,62	2,48	1,47	3,92	2,14	3,43	0,63

Nie wykazano statystycznie istotnych różnic.

Ryc. 66. Mediana LVET w trakcie przyrządowego udrażniania dróg oddechowych w badanych grupach.



W grupie I mediana wartości zawierała się w przedziale 2,345- 2,440; minimum wyniosło 1,77; maksimum 4,43. Natomiast w grupie II mediana wyniosła 2,480- 2,830.

Czas wyrzutu krwi z lewej komory był nieco dłuższy w grupie II w porównaniu do grupy I, przez cały okres przyrządowego udrażniania dróg oddechowych, co może być związane z mniejszą częstością rytmu serca. Tłumaczy to także większą objętość wyrzutową w grupie II, gdyż wzrost objętości wyrzutowej lewokomorowej zależy od wydłużenia czasu wyrzutu krwi z lewej komory (LVET).

4.10.3. Analiza kardiometrii elektrycznej podczas podtrzymywania znieczulenia

Ze względu na różną długość trwania zabiegu, analizę wszystkich parametrów kardiometrii elektrycznej, ograniczono do 30 minut, ze względu na małą liczebność próby.

4.10.3.1. Porównanie częstości uderzeń serca w trakcie podtrzymywania znieczulenia

Wykazano istotne statystycznie różnice pomiędzy badanymi grupami.

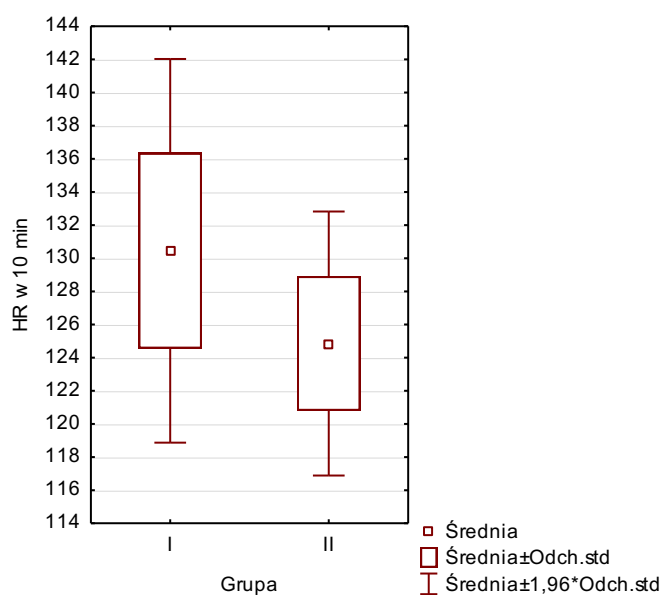
Tabela nr 63. HR w trakcie podtrzymywania znieczulenia- grupa I.

Zmienna	N ważnych	Średnia	Mediana	Minimum	Maksimum	Dolny kwartyl	Górny kwartyl	SD
HR w 10 min	20	130	128	122	143	127	133	6
HR w 15 min	18	130	128	122	144	126	130	6
HR w 20 min	16	130	128	122	141	127	131	5
HR w 25 min	16	129	128	123	142	126	130	5
HR w 30 min	16	130	128	123	145	125	130	6

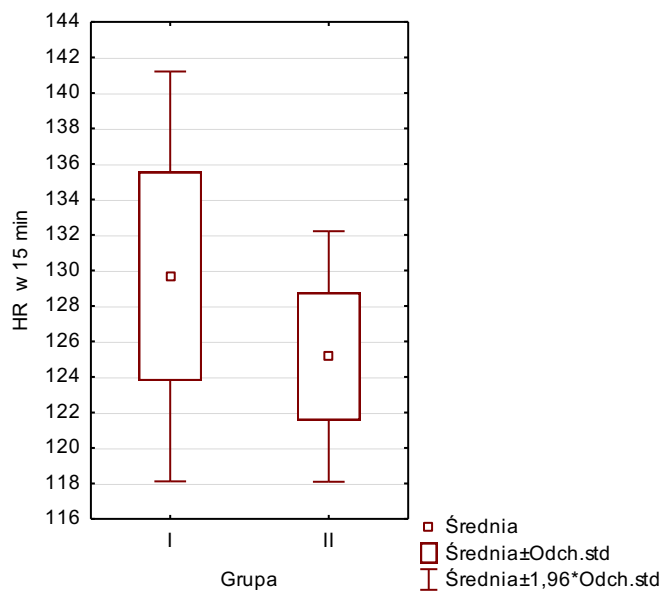
Tabela nr 64. HR w trakcie podtrzymywania znieczulenia- grupa II.

Zmienna	N ważnych	Średnia	Mediana	Minimum	Maksimum	Dolny kwartyl	Górny kwartyl	SD
HR w 10 min	21	125	126	115	133	122	128	4
HR w 15 min	13	125	127	115	128	124	127	4
HR w 20 min	12	125	127	115	128	124	128	4
HR w 25 min	12	125	127	115	128	124	128	4
HR w 30 min	10	125	127	115	128	124	128	4

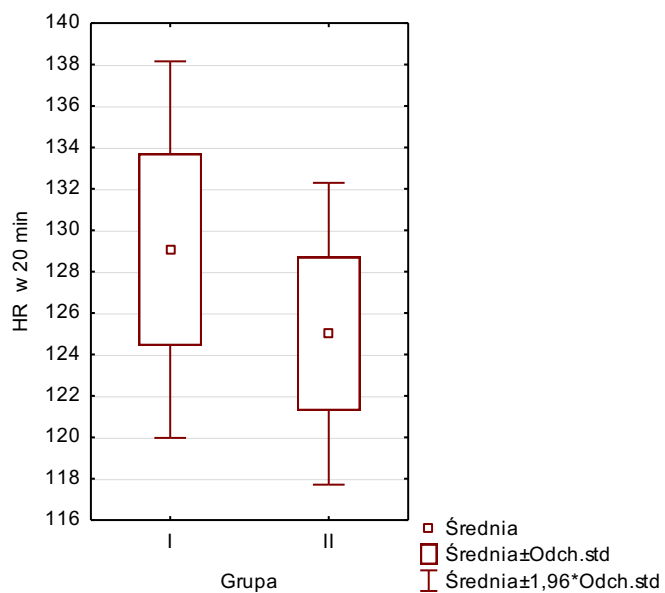
Ryc. 67. HR w trakcie 10 minuty znieczulenia, w badanych grupach.



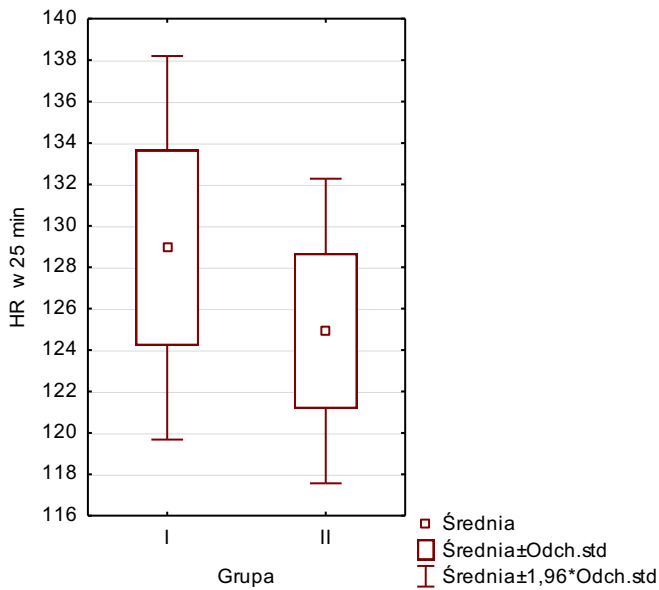
Ryc. 68. HR w trakcie 15 minuty znieczulenia, w badanych grupach.



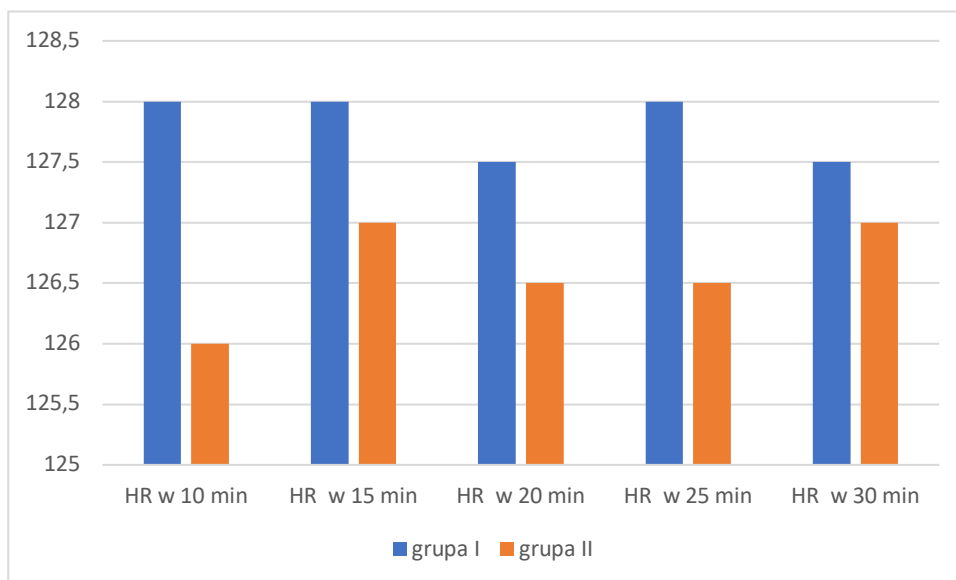
Ryc. 69. HR w trakcie 20 minuty znieczulenia, w badanych grupach.



Ryc. 70. HR w trakcie 25 minuty znieczulenia, w badanych grupach.



Ryc. 71. Mediana HR w trakcie podtrzymywania znieczulenia w badanych grupach.



Analizując dane statystyczne mediana HR w I grupie noworodków wynosiła 128-127,5 uderzeń/minutę. Natomiast w grupie II 126-127 uderzeń/minutę.

Zwraca uwagę utrzymywanie się niższej czynności rytmu serca w grupie II, w trakcie podtrzymywania znieczulenia, jak i w trakcie przyrządowego udrażniania dróg oddechowych. W przeciwieństwie do grupy I, gdzie wyższe HR utrzymuje się podczas udrażniania dróg oddechowych a także w trakcie podtrzymywania znieczulenia. A także w grupie I obserwuje się większe wahania HR w porównaniu do grupy II.

Można wywnioskować, że krtaniowa zapewnia stabilne HR podczas znieczulenia ogólnego noworodka.

4.10.3.2. Porównanie rzutu serca (CO) w trakcie podtrzymywania znieczulenia

Tabela nr 65. CO w trakcie podtrzymywania znieczulenia- grupa I.

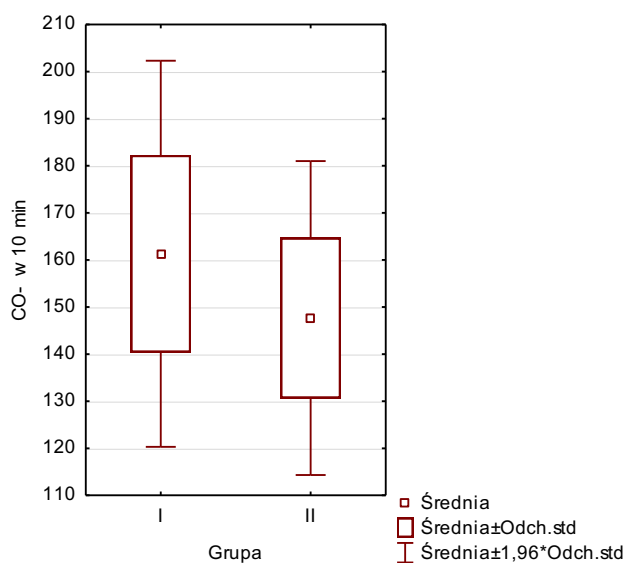
Zmienna	N ważnych	Średnia	Mediana	Minimum	Maksimum	Dolny kwartyl	Górny kwartyl	SD
CO- w 10 min	20	161	165	127	198	145	178	21
CO- w 15 min	18	160	156	127	198	146	172	20
CO- w 20 min	16	160	157	125	208	142	178	23
CO- w 25 min	16	158	157	128	212	143	172	22
CO- w 30 min	16	158	157	127	214	143	170	22

Tabela nr 66. CO w trakcie podtrzymywania znieczulenia- grupa II.

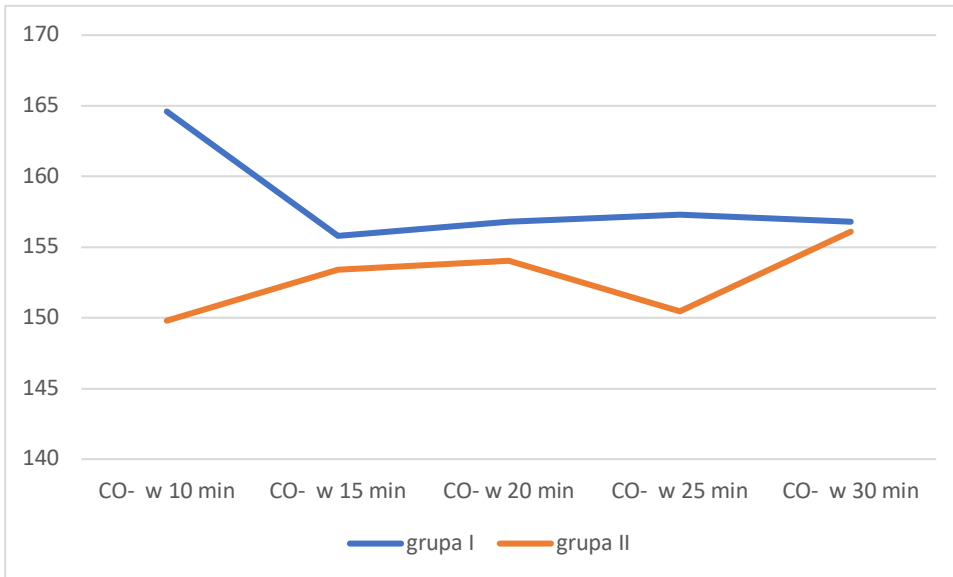
Zmienna	N ważnych	Średnia	Mediana	Minimum	Maksimum	Dolny kwartyl	Górny kwartyl	SD
CO- w 10 min	21	148	150	112	175	140	155	17
CO- w 15 min	13	150	153	120	177	140	159	17
CO- w 20 min	12	154	154	124	182	143	167	18
CO- w 25 min	12	151	150	112	179	142	168	20
CO- w 30 min	10	153	156	123	174	140	168	16

Wykazano statystycznie istotne różnice w 10 minucie znieczulenia.

Ryc. 72. CO w 10 minucie znieczulenia w badanych grupach.



Ryc. 73. Mediana wartości CO w badanych grupach.



Analizując wartości CO w grupie I były najwyższe w 10 minucie znieczulenia, gdzie mediana wyniosła 164,6, a maksimum 198,00 i minimum 126,800. Z kolei w grupie II w 10 minucie znieczulenia mediana wyniosła 149,8, a maksimum 174,5 i minimum 112,4.

Nasuwa się wniosek, że rzut serca w grupie I jest wyższy ze względu na większą częstotliwość pracy serca i niższe wartości SpO₂ w tych przedziałach czasowych. Co może sugerować większą odpowiedź stresową noworodka na intubację dotchawiczą utrzymującą się znacznie dłużej niż sam zabieg przyrządowego udrażniania dróg oddechowych.

4.10.3.3. Porównanie objętości wyrzutowej (SV) w trakcie podtrzymywania znieczulenia.

Tabela nr 67. SV w trakcie podtrzymywania znieczulenia- grupa I.

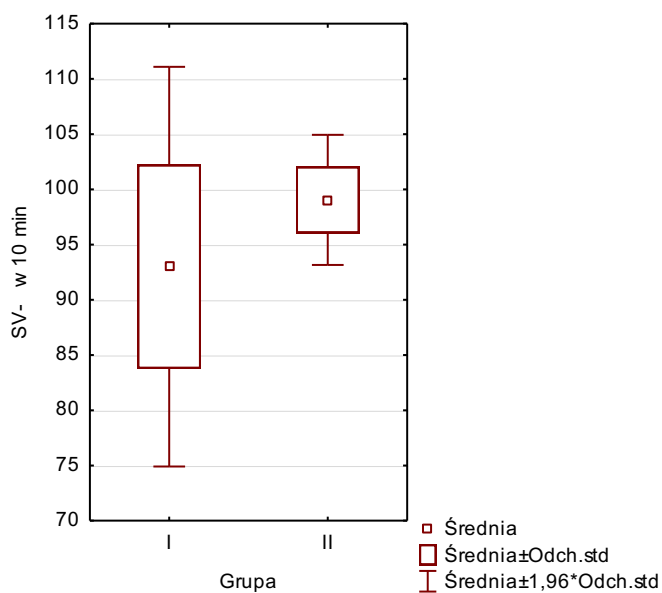
Zmienna	N ważnych	Średnia	Mediana	Minimum	Maksimum	Dolny kwartyl	Górny kwartyl	SD
SV- w 10 min	20	93	90	60	100	90	100	9
SV- w 15 min	18	97	100	90	100	90	100	5
SV- w 20 min	16	97	100	90	100	90	100	5
SV- w 25 min	16	98	100	90	100	95	100	4
SV- w 30 min	16	95	95	90	100	90	100	5

Tabela nr 68. SV w trakcie podtrzymywania znieczulenia- grupa II.

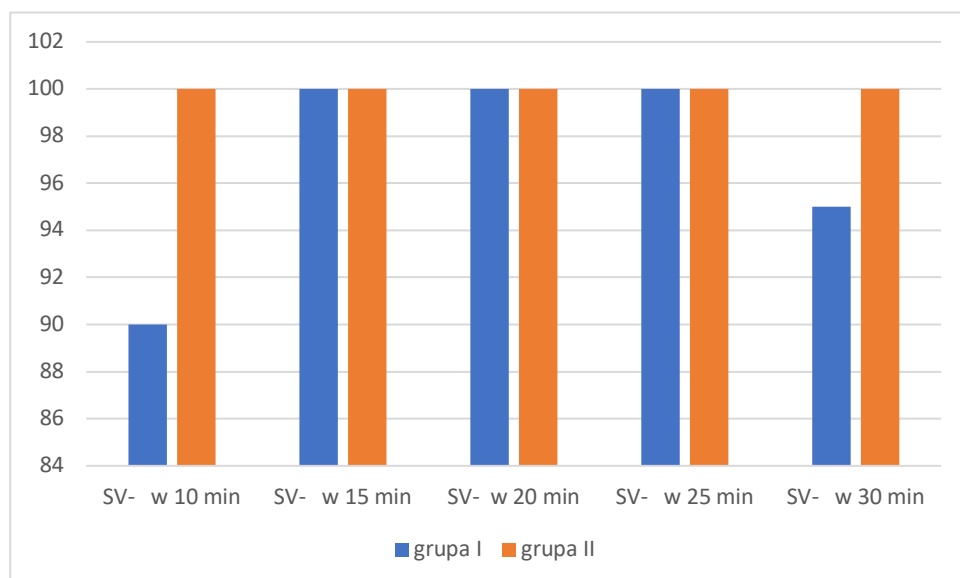
Zmienna	N ważnych	Średnia	Mediana	Minimum	Maksimum	Dolny kwartyl	Górny kwartyl	SD
SV- w 10 min	21	99	100	90	100	100	100	3
SV- w 15 min	13	99	100	90	100	100	100	3
SV- w 20 min	12	98	100	90	100	100	100	4
SV- w 25 min	12	98	100	90	100	95	100	5
SV- w 30 min	10	97	100	90	100	90	100	5

Wykazano statystycznie istotne różnice pomiędzy badanymi grupami w 10 minucie znieczulenia.

Ryc. 74. Objętość wyrzutowa w 10 minucie znieczulenia w badanych grupach.



Ryc. 75. Mediana objętości wyrzutowej w trakcie podtrzymywania znieczulenia w badanych grupach.



Mediana wartości SV w I grupie badanej w 10 minucie znieczulenia wynosiła 90,00%, minimum 60,00% i maksimum 100,00%. Natomiast w grupie II, w 10 minucie znieczulenia mediana wyniosła 100,00%, minimum 90,00% i maksimum 100,00%.

Nasuwa się wniosek, że objętość wyrzutowa w 10 minucie znieczulenia, w grupie I jest niższa w porównaniu do grupy II. Co może sugerować większą odpowiedź stresową noworodka na intubację dotchawiczą utrzymującą się znacznie dłużej niż sam zabieg przyrządowego udrażniania dróg oddechowych.

4.10.3.4. Porównanie systemowego oporu naczyniowego (SVR) w trakcie podtrzymywania znieczulenia

Tabela nr 69. SVR w trakcie podtrzymywania znieczulenia- grupa I.

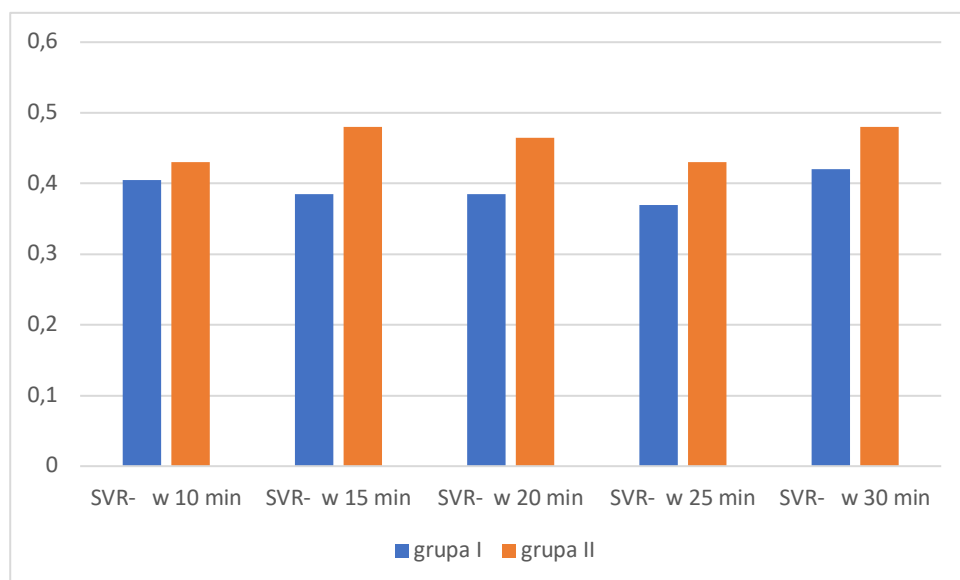
Zmienna	N ważnych	Średnia	Mediana	Minimum	Maksimum	Dolny kwartył	Górny kwartył	SD
SVR- w 10 min	20	0,40	0,41	0,30	0,52	0,34	0,43	0,06
SVR- w 15 min	18	0,41	0,39	0,29	0,54	0,35	0,44	0,07
SVR- w 20 min	16	0,40	0,39	0,33	0,58	0,35	0,46	0,07
SVR- w 25 min	16	0,39	0,37	0,32	0,51	0,36	0,43	0,06
SVR- w 30 min	16	0,42	0,42	0,36	0,52	0,38	0,43	0,06

Tabela nr 70. SVR w trakcie podtrzymywania znieczulenia- grupa II.

Zmienna	N ważnych	Średnia	Mediana	Minimum	Maksimum	Dolny kwartył	Górny kwartył	SD
SVR- w 10 min	21	0,45	0,43	0,21	0,82	0,39	0,53	0,13
SVR- w 15 min	13	0,46	0,48	0,23	0,77	0,31	0,54	0,16
SVR- w 20 min	12	0,47	0,47	0,23	0,78	0,38	0,53	0,15
SVR- w 25 min	12	0,45	0,43	0,23	0,74	0,35	0,53	0,14
SVR- w 30 min	10	0,47	0,48	0,21	0,73	0,37	0,52	0,14

Nie wykazano statystycznie istotnych różnic pomiędzy badanymi grupami.

Ryc. 76. Mediana SVR w trakcie podtrzymywania znieczulenia w badanych grupach.



4.10.3.5. Porównanie wskaźnika kurczliwości serca (ICON) w trakcie podtrzymywania znieczulenia.

Tabela nr 71. ICON w trakcie podtrzymywania znieczulenia- grupa I.

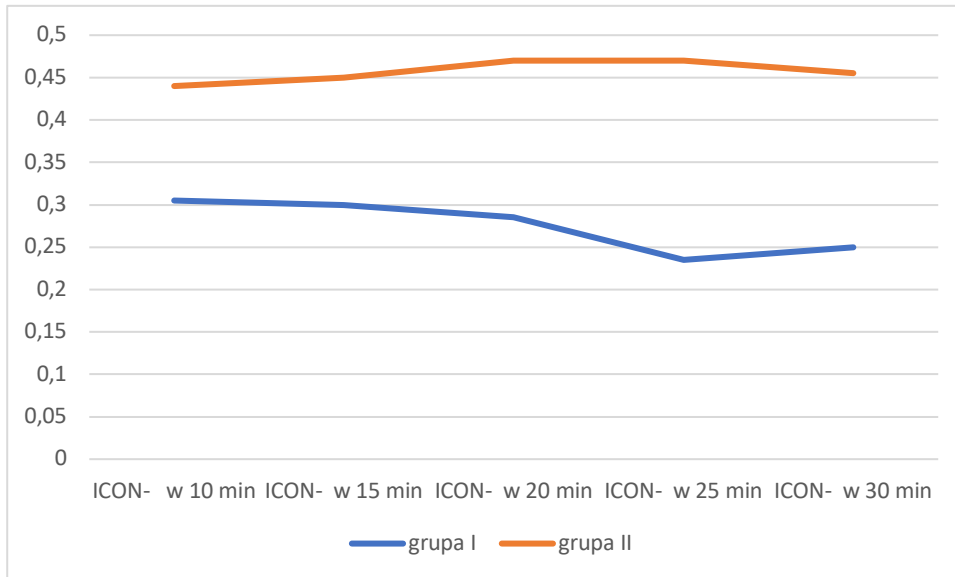
Zmienna	N ważnych	Średnia	Mediana	Minimum	Maksimum	Dolny kwartyl	Górny kwartyl	SD
ICON- w 10 min	20	0,36	0,31	0,22	0,87	0,25	0,43	0,16
ICON- w 15 min	18	0,33	0,30	0,21	0,48	0,24	0,44	0,11
ICON- w 20 min	16	0,32	0,29	0,21	0,52	0,24	0,43	0,10
ICON- w 25 min	16	0,26	0,24	0,43	0,51	0,21	0,40	0,21
ICON- w 30 min	16	0,33	0,25	0,22	0,59	0,24	0,40	0,11

Tabela nr 72. ICON w trakcie podtrzymywania znieczulenia- grupa II.

Zmienna	N ważnych	Średnia	Mediana	Minimum	Maksimum	Dolny kwartyl	Górny kwartyl	SD
ICON- w 10 min	21	0,42	0,44	0,18	0,82	0,29	0,48	0,17
ICON- w 15 min	13	0,41	0,45	0,21	0,77	0,28	0,49	0,17
ICON- w 20 min	12	0,42	0,47	0,02	0,78	0,28	0,58	0,21
ICON- w 25 min	12	0,43	0,47	0,21	0,74	0,27	0,54	0,17
ICON- w 30 min	10	0,45	0,46	0,23	0,73	0,38	0,52	0,14

Znaleziono statystycznie istotne różnice w 25 i 30 minucie znieczulenia.

Ryc. 77. Mediana wartości Indeksu Kurczliwości Serca (ICON) w trakcie podtrzymywania znieczulenia.



Mediana wartości wskaźnika kurczliwości serca (ICON) w I grupie badanej w 25 minucie znieczulenia wynosiła 0,24, minimum 0,23 i maksimum 0,51. W 30 minucie mediana w grupie I wyniosła 0,25, minimum 0,22, a maksimum 0,59. Natomiast w grupie II, w 25 minucie znieczulenia mediana wyniosła 0,47, minimum 0,21, maksimum 0,74. W 30 minucie odpowiednio 0,46, 0,23, 0,73.

Co może sugerować większą odpowiedź stresową noworodka na intubację dotchawiczą utrzymującą się znacznie dłużej niż sam zabieg przyrządowego udrażniania dróg oddechowych.

4.10.3.6. Porównanie wskaźnika wydajności serca (CPI) w trakcie podtrzymywania znieczulenia.

Tabela nr 73. CPI w trakcie podtrzymywania znieczulenia- grupa I.

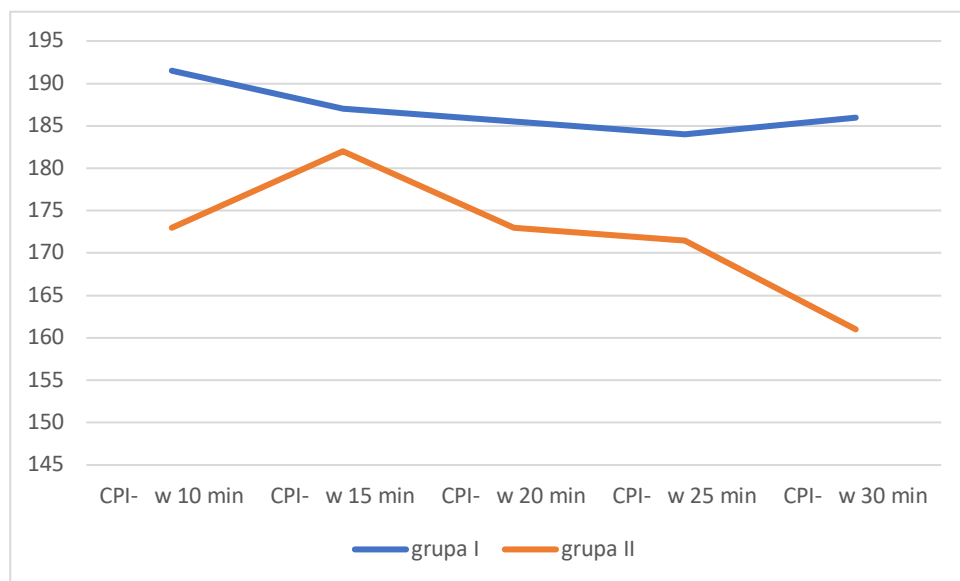
Zmienna	N ważnych	Średnia	Mediana	Minimum	Maksimum	Dolny kwartył	Górny kwartył	SD
CPI- w 10 min	20	198	192	151	295	171	202	40
CPI- w 15 min	18	197	187	143	284	173	199	41
CPI- w 20 min	16	192	186	146	304	172	189	40
CPI- w 25 min	16	190	184	151	289	172	189	36
CPI- w 30 min	16	192	186	145	314	168	190	42

Tabela nr 74. CPI w trakcie podtrzymywania znieczulenia- grupa II.

Zmienna	N ważnych	Średnia	Mediana	Minimum	Maksimum	Dolny kwartył	Górny kwartył	SD
ICON- w 10 min	21	180	173	124	279	159	184	33
ICON- w 15 min	13	210	182	123	555	152	204	110
ICON- w 20 min	12	175	173	126	285	150	183	40
ICON- w 25 min	12	174	172	124	275	150	188	39
ICON- w 30 min	10	226	161	123	711	149	194	175

Nie wykazano statystycznie istotnych różnic pomiędzy badanymi grupami.

Ryc. 78. Mediana wskaźnika wydajności serca (CPI) w trakcie podtrzymywania znieczulenia w badanych grupach.



W grupie II zwraca uwagę spadek indeksu wrażliwości serca (CPI) w miarę trwania znieczulenia, w porównaniu do grupy I. Co może sugerować większą odpowiedź stresową noworodka na intubację dotchawiczą utrzymującą się znacznie dłużej niż sam zabieg przyrządowego udrażniania dróg oddechowych.

4.10.3.7. Porównanie zawartości wody w klatce piersiowej (TFC) w trakcie podtrzymywania znieczulenia.

Tabela nr 75. TFC w trakcie podtrzymywania znieczulenia- grupa I.

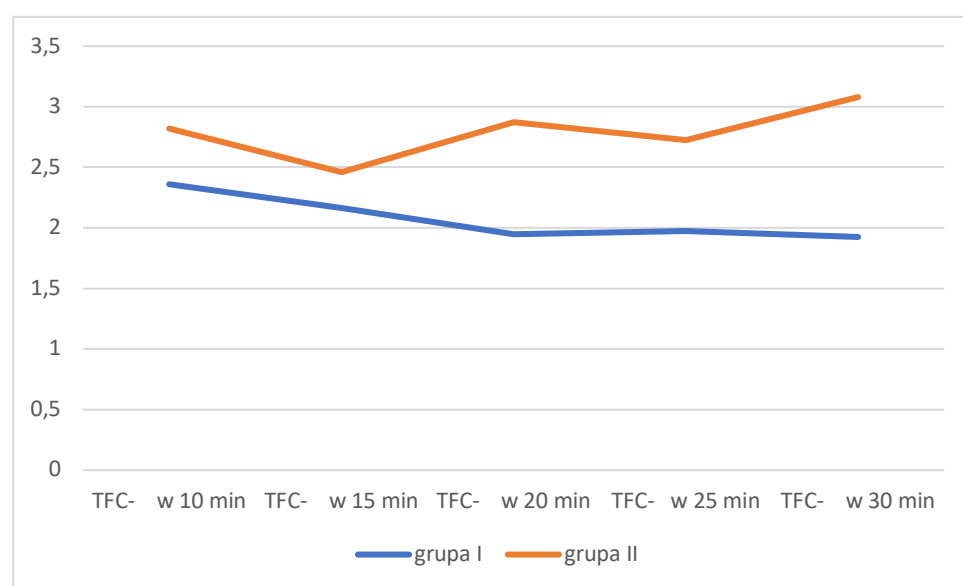
Zmienna	N ważnych	Średnia	Mediana	Minimum	Maksimum	Dolny kwartyl	Górny kwartyl	SD
TFC- w 10 min	20	2,68	2,36	1,54	5,23	1,87	3,12	1,02
TFC- w 15 min	18	2,52	2,17	1,53	5,04	1,88	2,98	0,91
TFC- w 20 min	16	2,54	1,95	1,45	5,36	1,89	3,16	1,09
TFC- w 25 min	16	2,47	1,98	1,28	5,13	1,83	3,01	1,04
TFC- w 30 min	16	2,43	1,93	1,38	5,32	1,82	2,84	1,06

Tabela nr 76. TFC w trakcie podtrzymywania znieczulenia- grupa II.

Zmienna	N ważnych	Średnia	Mediana	Minimum	Maksimum	Dolny kwartyl	Górny kwartyl	SD
TFC- w 10 min	21	180	173	124	279	159	184	33
TFC- w 15 min	13	210	182	123	555	152	204	110
TFC- w 20 min	12	175	173	126	285	150	183	40
TFC- w 25 min	12	174	172	124	275	150	188	39
TFC- w 30 min	10	226	161	123	711	149	194	175

Nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic pomiędzy badanymi grupami.

Ryc. 79. Mediana wartości zawartości wody w klatce piersiowej (TFC) w trakcie podtrzymywania znieczulenia, w badanych grupach.



4.10.3.8. Porównanie czasu przepływu krwi przez lewą komorę (LVET) w trakcie podtrzymywania znieczulenia

Tabela nr 77. LVET w trakcie podtrzymywania znieczulenia- grupa I.

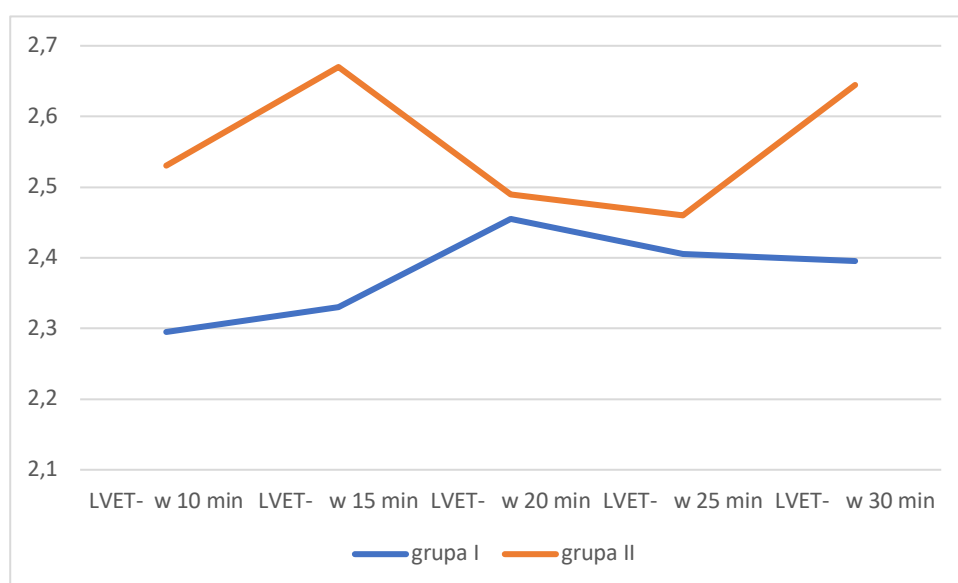
Zmienna	N ważnych	Średnia	Mediana	Minimum	Maksimum	Dolny kwartyl	Górny kwartyl	SD
LVET- w 10 min	20	2,60	2,30	2,12	4,13	2,24	2,68	0,61
LVET- w 15 min	18	2,63	2,33	2,23	4,19	2,25	2,68	0,63
LVET- w 20 min	16	2,74	2,46	2,17	4,25	2,41	2,68	0,65
LVET- w 25 min	16	2,74	2,41	2,23	4,29	2,23	3,11	0,70
LVET- w 30 min	16	2,70	2,40	2,21	4,08	2,24	2,87	0,64

Tabela nr 78. LVET w trakcie podtrzymywania znieczulenia- grupa II.

Zmienna	N ważnych	Średnia	Mediana	Minimum	Maksimum	Dolny kwartyl	Górny kwartyl	SD
LVET- w 10 min	21	2,66	2,53	1,68	3,85	2,25	2,84	0,60
LVET- w 15 min	13	2,66	2,67	1,89	3,85	2,14	2,74	0,64
LVET- w 20 min	11	2,71	2,49	1,98	3,78	2,37	3,12	0,59
LVET- w 25 min	11	2,69	2,46	1,84	3,78	2,31	3,02	0,61
LVET- w 30 min	10	2,71	2,65	2,04	3,58	2,24	2,89	0,53

Nie wykazano statystycznie istotnych różnic w badanych grupach.

Ryc. 80. Mediana wartości LVET w trakcie podtrzymywania znieczulenia w badanych grupach.



W grupie I mediana wartości zawierała się w przedziale 2,295- 2,455; minimum wyniosło 2,12; maksimum 4,29. Natomiast w grupie II mediana wyniosła 2,49 - 2,67; minimum 1,68; a maksimum 3,85.

Czas wyrzutu krwi z lewej komory był nieco dłuższy w grupie II w porównaniu do grupy I, przez cały okres podtrzymywania znieczulenia (do 30 minuty włącznie), co może być związane z mniejszą częstością rytmu serca. Tłumaczy to także większą objętość wyrzutową w grupie II, gdyż wzrost objętości wyrzutowej lewokomorowej zależy od wydłużenia czasu wyrzutu krwi z lewej komory (LVET).

4.11. Porównanie czasu (w minutach) od zakończenia znieczulenia do ekstubacji lub usunięcia maski krtaniowej i-gel w badanych grupach.

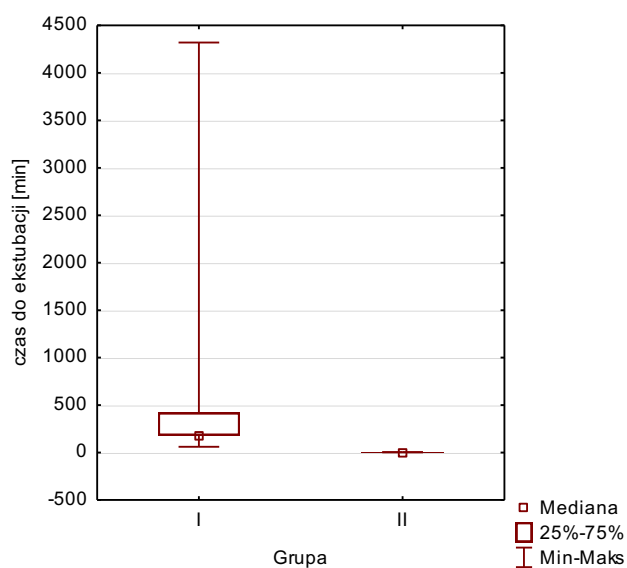
Czas w minutach liczono od zakręcenia parownika z Sewofluranem i jednoczesowego wyłączenia ciągłego wlewu Remifentanylu.

Tabela nr 79. Porównanie wartości czasu (w minutach) od zakończenia znieczulenia do ekstubacji lub usunięcia maski krtaniowej w badanych grupach.

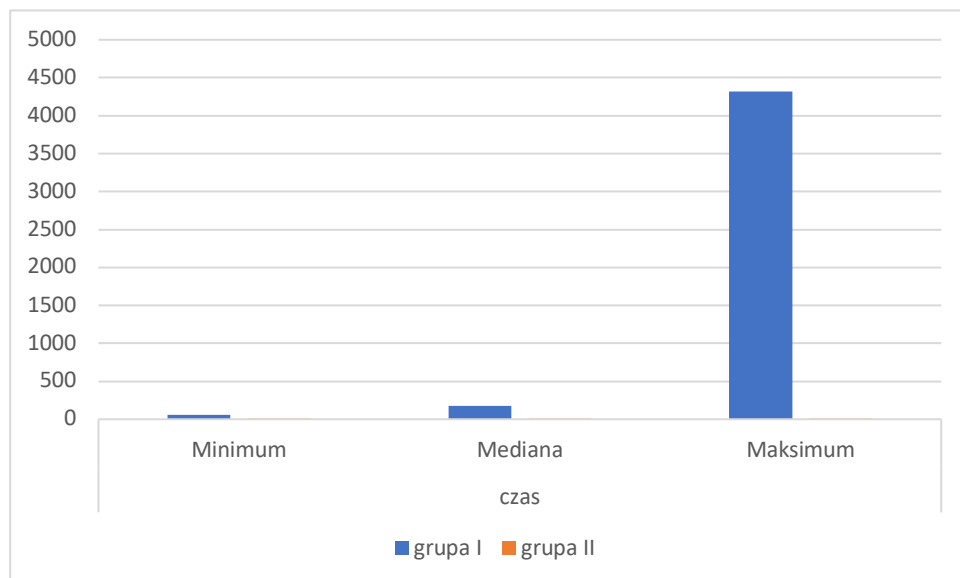
Zmienna	N ważnych	Średnia	Mediana	Minimum	Maksimum	Dolny kwartył	Górny kwartył	SD
GRUPA I (rurka intubacyjna)	20	608	180	60	4320	180	420	1011
GRUPA II (maska krtaniowa)	21	3,3	3,3	2,7	4,0	3,1	3,6	0,3

Wykazano istotne statystycznie różnice pomiędzy badanymi grupami.

Ryc. 81. Czas (w minutach) od zakończenia znieczulenia do ekstubacji lub usunięcia maski krtaniowej i-gel w badanych grupach.



Ryc. 82. Mediana, minimum, maksimum wartości czasu od zakończenia znieczulenia do ekstubacji lub usunięcia maski krtaniowej w badanych grupach.



W grupie I mediana czasu od zakończenia znieczulenia do ekstubacji wyniosła 180 minut; minimum 60 minut, a maksimum to aż 4320 minut. Wszystkie noworodki z grupy I były przekazywane na Oddział Intensywnej terapii zaintubowane, wentylowane mechanicznie.

Natomiast w grupie II mediana czasu od zakończenia znieczulenia do usunięcia maski krtaniowej wyniosła 3,3 minuty; minimum 2,7 minuty a maksimum 4,0 minuty. Wszystkie noworodki z grupy II były przekazywane z sali operacyjnej na oddział macierzysty wydolne oddechow.

Niedojrzałość w budowie układu oddechowego, dysplazja oskrzelowo- płuca oraz inne powikłania wcześniactwa powodują, że wcześniaki i eks wcześniaki są bardzo wrażliwe na manipulacje w obrębie dróg oddechowych.

Nasuwa się wniosek, że odpowiedź stresowa noworodka na intubację dotchawiczą utrzymuje się znacznie dłużej niż sam zabieg przyrządowego udrażniania dróg oddechowych.

5. Dyskusja

Problem postępowania anestezyjologicznego z noworodkiem przedwcześnie urodzonym jest stosunkowo nowym zagadnieniem. Wzrastający odsetek porodów przedwczesnych wraz z przeżywalnością skrajnie niedojrzałych noworodków sprawia, że problem znieczulenia wcześniaka coraz częściej dotyka anestezyjologa w codziennej praktyce.

Na chwilę obecną brak jest jednorodnego, spójnego standardu postępowania anestezyjologicznego. Dane literaturowe są dość skąpe, często mają małą moc dowodów by zgodnie z Evidence Based Medicine opracować wytyczne opieki okołoooperacyjnej dla noworodka, a w szczególności wcześniaka. Brak jest satysfakcjonujących danych z zakresu farmakokinetyki i farmakodynamiki leków, co w głównej mierze wynika z trudności technicznych związanych z objętością i częstością pobierania próbek krwi do badań.

W niniejszej pracy zastosowano prospektywną analizę danych z randomizacją. Karta znieczulenia zawierała część potrzebnych do badania informacji. Pozostałe dane gromadzono w sposób cyfrowy- NIRS i ICON. Część dokumentacji także prowadzono w sposób cyfrowy.

Głównym zastrzeżeniem co do wiarygodności badanej próby jest jej liczebność (41 pacjentów) i duża liczba zmiennych wpływających na każdy analizowany parametr. Badanie przerwano ze względu na znaczącą różnicę w czasie odzyskiwania przez pacjenta wydolności oddechowej w grupie noworodków znieczulanych z użyciem rurki intubacyjnej, a co za tym idzie długości mechanicznej wentylacji.

Noworodki poddane badaniu były znieczulane przez jednego anestezyjologa, w związku z tym protokoły postępowania okołoooperacyjnego są jednolite.

W dostępnym piśmiennictwie dotyczącym znieczulenia do zabiegów okulistycznych zwraca uwagę różnorodność sposobów postępowania.

Chińskie badanie retrospektywne opublikowane w 2017 roku w BMJ objęło 97 pacjentów operowanych z powodu ROP. Analizowano 3 rodzaje znieczulenia: miejscowe, w postaci kropli, znieczulenie ogólne oraz sedację z użyciem dożylnego fentanylu wraz z mechaniczną wentylacją. Porównano stabilność krążeniowo- oddechową w badanych grupach pacjentów. Znieczulenie miejscowe wiązało się z największą niestabilnością krążeniowo- oddechową, a 4 z 31 pacjentów doświadczyło groźnych zaburzeń wymagających resuscytacji krążeniowo- oddechowej. Pozostałe grupy

charakteryzowała większa stabilność krążeniowo- oddechowa, jednakże w obu grupach zauważono problemy z ekstubacją w ciągu 24 godzin po zabiegu⁵⁹.

Jamie L. Miller retrospektywnie przeanalizował znieczulenie 15 noworodków poddanych zabiegowi iniekcji dogałkowej bevacizumabu w znieczuleniu ogólnym (fentanyl, midazolam, vecuronium), z intubacją dotchawiczą. U 1/3 badanych pacjentów doszło do niechcianych incydentów krążeniowo- oddechowych wymagających pilnej interwencji⁶⁰.

Z kolei w Brazylijskim ośrodku Daniela Filipa Rodrigues Pinho retrospektywnie przeanalizowała 6 niemowląt poddanych laseroterapii ROP w znieczuleniu ogólnym z blokadą okołogałkową (0,15ml/kg 1% lub 0,75% Ropivacainy). Indukcja znieczulenia przeprowadzono z użyciem Sevofluranu w mieszaninie tlen- powietrze, po uzyskaniu odpowiedniego poziomu znieczulenia podawano fentanyl. Przed intubacją dotchawiczą stosowano atracurium. Podtrzymywanie znieczulenia zapewniono dzięki stałemu dopływowi Sevofluranu. Blokadę okołogałkową wykonywano obustronnie po indukcji znieczulenia poprzez jednorazową iniekcję nadskroniową. Fentanyl podawano tylko przed manipulacjami na drogach oddechowych. Średni czas znieczulenia i zabiegu wynosił odpowiednio 204 minuty i 148 minut. Pod koniec zabiegu wszystkie dzieci oddychały spontanicznie. 1 pacjent operowany w 34 tygodniu wieku skorygowanego wymagał wspomaganie wentylacji. U pozostałych dzieci w wieku między 37 a 47 tygodniem wieku skorygowanego nie zaobserwowano powikłań okołoperacyjnych⁶¹. Badanie to sugeruje, że wcześniactwo jest jedną z przyczyn okołoperacyjnych zaburzeń krążeniowo- oddechowych. Spowodowane jest to najprawdopodobniej szczególnie wrażliwą na wszelkie manipulacje budową górnych dróg oddechowych.

W 2015 roku Ulgey porównał znieczulenie ogólne do analgosedacji do zabiegu iniekcji dogałkowej u niemowląt z retinopatią wcześniaków. Przeanalizował 60 pacjentów w dwóch grupach chorych po 30 dzieci. Pierwsza grupa otrzymała 1mg/kg ketaminy i 1mg/kg propofolu w bolusie, a następnie we wlewie ciągłym ketaminę 100-150ug/kg/min i propofol 0,25mg/kg/godz. Druga grupa była znieczulana ogólnie z użyciem 8% Sevofluranu w indukcji wraz z 50% tlenku azotu w tlenie. Znieczulenie podtrzymywano z 2% Sevofluranem w 50% tlenku azotu w tlenie. 2 pacjentów z grupy pierwszej i aż 11 pacjentów z grupy drugiej wymagało mechanicznej wentylacji w okresie pooperacyjnym. Ulgey doszedł do wniosku, że wcześniaki, u których nie stosowano znieczulenia ogólnego w mniejszym stopniu wymagają pooperacyjnego wsparcia oddechowego w porównaniu do niemowląt znieczulanych ogólnie⁶².

Z kolei Sato badał sposoby znieczulenia i sedacji stosowanych do zabiegu laserowej fotokoagulacji retinopatii wcześniaków stosowanych w różnych ośrodkach. Poddał analizie 5 szpitali: znieczulenie miejscowe z użyciem oxybuprocainy (grupa L), dożylna pentazocyna (grupa P), dożylny fentanyl (grupa F), Sevofluran w mieszaninie tlenu z powietrzem (grupa I). Zauważył, że w grupach L, P, F nie uzyskano odpowiedniego poziomu analgezji co wyrażało się wzrostem systemowego ciśnienia żylnego. Natomiast w grupie I obserwowano hipotermię, nietolerancję żywienia enteralnego oraz bezdechy. Doszedł do wniosku, że najlepszym sposobem postępowania jest znieczulenie Sevofluranem w mieszaninie tlenu z powietrzem⁶³.

Nietypowy sposób sedacji do laseroterapii w leczeniu ROP opisała Manisha Kataria w swojej randomizowanym badaniu przeprowadzonym na 24 noworodkach. Dzieci zostały podzielone na dwie grupy, kontrolną oraz grupę, w której noworodki otrzymywały 2ml 25% glukozy tuż przed zabiegiem. W obu grupach zastosowano znieczulenie powierzchniowe dwukrotnie w 10 minutowych odstępach przed zabiegiem. Badano profil bólowy po 30 minutach od rozpoczęcia procedury. Badacze doszli do wniosku, że doustna glukoza nie zmniejsza bólu w satysfakcjonujący sposób⁶⁴.

Niekorzystne zdarzenia, takie jak niestabilność krążeniowo- oddechowa wymagająca pilnej interwencji występowały w tych badaniach znacznie częściej tam, gdzie noworodki znieczulane były tylko miejscowo. Autorzy sugerowali, że znieczulenie miejscowe nie tylko wydaje się związane z większą ilością powikłań, ale również niewystarczająco tłumi reakcję stresową na ból. Może być to związane z częstszą niestabilnością hemodynamiczną i oddechową pacjenta w okresie okołoperacyjnym⁶⁵.

Nasuwa się konkluzja, że występowanie zaburzeń krążeniowo- oddechowych wiąże się z wieloma czynnikami często obecnymi w tej grupie noworodków (wcześniactwo, dysplazja oskrzelowo- płucna, zakażenie, hipoglikemia, niedokrwistość, czynniki neurologiczne), dlatego należy dołożyć wszelkich starań, aby zminimalizować ryzyko związane ze znieczuleniem poprzez minimalizowanie stresu okołoperacyjnego.

Przeglądając dostępne piśmiennictwo dotyczące anestezji neonatologicznej nie można pozbyć się wrażenia, że wśród części anestezjologów wciąż pokutuje pewien pogląd. Mianowicie „noworodki nie czują bólu”. Czy aby na pewno?

Przecież już starożytni dostrzegali i starali się uśmierzać ból niemowląt. Historia medycyny zna opisy setek fascynujących remediów mających przynieść ulgę w ząbkowaniu: w IV wieku Orbazjusz⁶⁶ zalecał smarowanie dziąseł mlekiem psa z mózgiem zająca, Ibn Zakarijja ar-Razi w IX wieku dorzucił do tego mózg kury i herbatkę z rumianku u kopru⁶⁷. Sycylijszyk Faraj ben Salim (XII wiek) uważał, że skuteczne będzie samo zawieszenie zęba psa lub zęba martwego człowieka na szyi dziecka⁶⁸. Jaka epoka, takie metody, ale wówczas nie kwestionowano tego, że trzeba przynieść ulgę w bólu.

Środki anestetyczne znane były już od 1846 r., kiedy to 16 października William Morton, młody bostoński dentysta, dał publiczny pokaz znieczulenia przy użyciu eteru. Pacjent Gilbert Abbot, przebudziwszy się po zabiegu usunięcia guza szyi, stwierdził, że nie czuje bólu⁶⁹. W próbach klinicznych brały również udział dzieci. Trzecim pacjentem znieczulonym przez Crawforda Longa był ośmioletni chłopiec poddany amputacji palca⁷⁰. Szybko jednak zauważono, że znieczulanie małych pacjentów jest trudniejsze i wiąże się z większym ryzykiem powikłań niż u dorosłych. Lekarze obawiali się, że nieodpowiednia dawka leku może się okazać śmiertelna dla małego pacjenta⁷¹. Łatwiej jest stwierdzić, że nie potrzeba czegoś zrobić niż przyznać się, że się tego nie umie.

W drugiej połowie XX wieku powszechne stało się przekonanie, że noworodki i niemowlęta nie czują bólu. W każdym razie nie tak jak dorośli. Przekonanie to oparte było w dużym stopniu na myśleniu życzeniowym. Im trudniej było bezpiecznie znieczulić kogoś tak małego, tym łatwiej było wierzyć, że znieczulenie nie jest konieczne.

Na poparcie przytaczano wyniki wielu dość wątpliwych doświadczeń. Np. naukowcy z Northwestern University i Chicago's Lying-In Hospital obserwowali reakcję noworodków, do drugiego tygodnia życia, na klucie szpilkami. Doszli do wniosku, że z upływem czasu odpowiedź dzieci staje się coraz wyraźniejsza. Wyciągnęli wniosek, że noworodek jest niewrażliwy na bodźce bólowe. W badaniu nie wzięto pod uwagę matek obserwowanych dzieci, które dostawały środki znieczulające podczas porodu⁷². Późniejsze badania wyjaśniły, że już u noworodków, a także wcześniaków dochodzi do torowania bólu. Dziecko doskonale zapamiętuje bodziec i przy kolejnym doświadczeniu odczuwa je znacznie silniej⁷³.

Ponad to w 1927 roku Wolowick raził niemowlęta prądem po stopach, by skonkludować, że gdyby były zajęte jedzeniem, ich reakcja na wstrząs byłaby słabsza⁷⁴.

Z kolei w 1934 r. inny uczoney Dockeray obserwował reakcję pięciodniowych noworodków na klucie szpilkami w policzki, ramiona, ręce i stopy⁷⁵. A dwa lata później małżeństwo Shermanów urozmaiciło klucie szpilkami rażeniem prądem. Ich badania objęły aż 317 dzieci⁷⁶.

Także w 1941r. psycholog Myrtle McGraw z Columbia University rozpoczęła kolejne badania- kłuła tępą, sterylną agrafką i raziła prądem dzieci od piątego dnia do czwartego roku życia. Badała, jak zmienia się ich odpowiedź na urazy w miarę dorastania⁷⁷. Szkoda, że doświadczenia tego nie odważyła się prowadzić aż do osiągnięcia przez badanych pełnoletności. Mogłaby zaobserwować wiele wyraźnych reakcji i sama miałaby okazję do refleksji nad własnym odczuwaniem bólu.

W 1950 r. Brytyjski anestezjolog Gordon Jackson Rees wprowadził tzw. procedurę liverpoolską. Zakładała ona nadzorowanie stanu dziecka przez stetoskop naklejony na klatkę piersiową, intubowanie bez znieczulenia i podtrzymywanie znieczulenia kurarą i podtlenkiem azotu⁷⁸. Stan nieświadomości osiągnano przez hiperwentylację. Ten protokół znieczulenia dzieci obowiązywał także w Polsce, na wielu oddziałach⁷⁹.

Podczas konferencji anestezjologicznej w 1970 roku, w Palm Springs w Kalifornii jeden z referentów stwierdził, że „w wcześniaki nie potrzebują znieczulenia, wystarczy kawałek dobrej taśmy klejącej, żeby je przytrzymać.”⁸⁰. W wydaniu prestiżowego brytyjskiego tygodnika „Lancet” z 31 stycznia 1987 r. opisano operacje na otwartym sercu wykonane bez znieczulenia u ośmiu wcześniaków w Oxford’s John Radcliffe Hospital⁸¹.

W praktyce noworodkom podawano tylko środki zwiotczające mięśnie i stosowano tlen, by wspomóc oddychanie.

Praktycznie do końca XX wieku dzieci kłuto, szczypano, polewano lodowatą i gorącą wodą, rażono prądem, zrzucano z wysokości metra (i łapano), obserwując ich reakcje na najrozmaitsze traumatyczne doświadczenia. Uznano, że mózg niemowlęcia nie jest dość dojrzały by odbierać wrażenie bólu. Tłumaczono to tym, że nerwy noworodków pozbawione są osłonek mielinowych, więc szybko przewodzą impulsy. Uzasadniano, że: „dzieci nie mają umiejętności przewidywania ani pamięci o cierpieniu, jakkolwiek ciężkie by ono było”⁸². Zdolność do odczuwania bólu była zależna od inteligencji, przenikliwości, pamięci i zdolności rozumowania.

Dopiero Kanwaljeet Singh Anand, doktorant na Uniwersytecie w Oksfordzie, dzięki wsparciu ze stypendium Rhodesa i John Radcliffe Hospital rozpoczął jeden z pierwszych poważnych badań dotyczących bólu u noworodków. Przeanalizował 16 wcześniaków zakwalifikowanych do zabiegu zamknięcia przetrwałego przewodu tętniczego. Dzieci zostały podzielone na dwie grupy. Pierwsza przeszła zabieg bez znieczulenia, a dzieci z drugiej grupy uśpiono halotanem.

Te pierwsze, operowane zgodnie z techniką liverpoolską, miały we krwi znacznie wyższy poziom adrenaliny, noradrenaliny, kortyzolu, glukagonu, endorfiny beta i insuliny. Cierpiały częściej z powodu powikłań pooperacyjnych, dłużej i z większymi kłopotami dochodziły do zdrowia. Umierały prawdopodobnie na skutek zaburzeń metabolicznych i hormonalnych oraz szoku spowodowanego bólem⁸³.

Pod wpływem wyników badań Ananda i jego kampanii rozkręconej przez Jill Lawson amerykańskie towarzystwa anestezjologów i pediatrów zarekomendowały w 1987r. zmianę procedury postępowania medycznego i stosowanie znieczulenia u wszystkich dzieci.

W 1988r. w znakomitej większości szpitali amerykańskich rutynowo nie znieczulano do zabiegów operacyjnych dzieci poniżej 15 miesiąca życia⁸⁴. Badania z 2003 roku wykazały, że wprawdzie nikt już nie kroi „na żywca”, za to tylko w jednej trzeciej niemowląt poddawanych inwazyjnym procedurom w szpitalach amerykańskich podawano leki uśmierzające ból⁸⁵.

W 2006r. Profesor Slater zajmująca się neuroobrazowaniem w Pediatrii na Uniwersytecie w Oksfordzie, pokazała, że w odpowiedzi na impuls bólowy noworodkom aktywują się dokładnie te same obszary w mózgu co dorosłym⁸⁶.

Niestety do dziś wciąż się zdarza, szczególnie na oddziałach intensywnej terapii, że niemowlęta i noworodki nie są znieczulane do zabiegów cewnikowania czy intubacji, podczas których dorośli pacjenci rutynowo otrzymują środki uśmierzające ból. Wydaje się, że niektórzy wciąż podzielają pogląd, że dzieci nic nie czują, a ich wszystkie reakcje to tylko odruchy.

A przecież wiemy, że w 24 tygodniu życia płodowego obwodowe nerwy czuciowe są wykształcone, choć nie w pełni zmienilizowane. Nie tylko włókna C, ale także włókna A i B dochodzą do warstwy I i II rogów tylnych. To podwójne unerwienie powoduje, że nawet lekkie bodźce dotykowe, przewodzone przez włókna A β wywołują typową reakcję bólową⁸⁷. U noworodka niedojrzały jest również proces modulacji bólu⁸⁸. Dopiero w 40 tygodniu życia płodowego dojrzewa endogenny układ hamowania bólu. U wcześniaków istnieje przewaga neurotransmiterów działających pobudzająco (NMDA- pobudzające receptory N-metylo-D-asparaginianowe) nad hamującymi (GABA- postsynaptyczne hamujące receptory kwasu γ -aminomasłowego). Prowadzi to do nasilenia odczuwania bodźców bólowych, czyli wzrostu natężenia bólu⁸⁹.

Dlatego ból u noworodka, a w szczególności u wcześniaka należy traktować jako dodatkowy parametr życiowy, który powinien być monitorowany w sposób ciągły oraz odpowiednio korygowany dostępnymi środkami- między innymi opioidami.

Opioidy to substancje naturalne lub syntetyczne wiążące się z receptorami opioidowymi, szeroko stosowane w zwalczaniu bólu ostrego jak i przewlekłego. Rutynowo stosowane w anestezjologii.

Jak zauważył Allegaert zarówno brak reakcji na bodźce bólowe jak i nieadekwatne postępowanie przeciwbólowe, niewłaściwe używanie analgetyków ma negatywny wpływ na rozwój neurologiczny⁹⁰.

Leczenie bólu w neonatologii jest oparte na zapobieganiu, oszacowaniu i wdrożeniu odpowiedniego leczenia oraz ponownemu oszacowaniu, celem oceny leczenia. Niestety obserwacje epidemiologiczne prowadzą do jednego wniosku. Noworodki wciąż są poddawane bolesnym zabiegom- wciąż brakuje prac opisujących znieczulenie do zabiegu założenia centralnej linii żyłnej u wcześniaków czy noworodków.

Jednakże zauważa się zmiany w praktyce klinicznej, jak skrócenie czasu intubacji dotchawiczej^{91, 92}, coraz częściej stosuje się opioidy krótkodziałające jak remifentanyl wraz z propofolem^{93, 94}.

Dotychczas szeroko stosowanym opioidem w anestezjologii neonatologicznej był i wciąż pozostaje fentanyl. Zgodnie z włoskim profesorem farmakologii Pacifici GM fentanyl jest syntetycznym opioidem działa natychmiast po podaniu dożylnym. Osiąga szczyt działania po około 2 minutach, jest krótko działający 20-30 minut po jednokrotnym podaniu. Fentanyl jest N-dealkilowany przez CYP3A4 do nieaktywnego norfentanylu. Może być podawany w bolusach lub we wlewie ciągłym. Wśród wcześniaków jest niewiarygodnie szeroka różnorodność w farmakokinetyce. Okres półtrwania fentanylu waha się od 317 minut do 1266 minut (!!!), natomiast u dorosłych wynosi 222 minuty. Depresja oddechowa występuje, jeżeli poziom fentanylu, w surowicy krwi, jest wyższy niż 5µg/kg. Może pojawić się także sztywność klatki piersiowej oraz laryngospazm⁹⁵.

Z kolei szwedzki badacz Norman skupił się na analizie wariacji farmakokinetyki i farmakodynamiki wśród dzieci przedwcześnie urodzonych. Badał 20 wcześniaków w wieku 23,3 do 34, 1 tygodnia wieku skorygowanego, które otrzymywały 0,5 µg/kg fentanylu oraz 8 wcześniaków w wieku 25,3 do 30,7

tygodnia wieku skorygowanego 2µg/kg fentanylu, przed procedurami naruszającymi ciągłość skóry, bądź przed intubacją. Pobrał on próbki krwi w 10 minut, dwie, cztery, osiem i 24 godziny od podania fentanylu.

Mediana stężeń fentanylu wynosiła 0,18, 0,15, 0,15 i 0,57, 0,37, 0,35 ng/mL w 15-31 minucie, drugiej i czwartej godzinie. Okres półtrwania wyniósł odpowiednio 1,6 do 20,5 i 4,1 do 32,6 godzin odpowiednio dla niskiej i wysokiej dawki fentanylu.

Doszedł on do wniosku, że w tej grupie chorych są bardzo duże indywidualne wariacje farmakokinetyki fentanylu, a także zauważył, że dawka 0,5 µg/kg jest niewystarczająca w przypadku procedur naruszających ciągłość skóry⁹⁶.

W Bostońskim Szpitalu Uniwersyteckim McPherson przeanalizował wpływ fentanylu na rozwijający się mózg wcześniaka. Retrospektywnie przeanalizował dane dotyczące 103 dzieci przedwcześnie urodzonych ≤30 tygodnia ciąży, które w trakcie pobytu na neonatologicznej intensywnej terapii otrzymywały fentanyl. Dzieci w 2 roku życia (wieku skorygowanego) miały wykonany rezonans magnetyczny CUN.

Doszedł on do wniosku, że wyższe otrzymane dawki fentanylu korelują z większą częstością urazów mózgu i mniejszą średnicą mózgu w stosunku do normy dla wieku⁹⁷.

Z kolei włoski uczony Ancora przeanalizował wpływ na rozwój neurologiczny 2 sposobów podawania fentanylu w czasie mechanicznej wentylacji. W badaniu udział wzięło 131 wcześniaków, w wieku ≤ 32 tygodnia życia skorygowanego, w sposób randomizowany przydzielony do jednej z dwóch grup. Pierwsza, gdzie fentanyl był podawany w sposób ciągły wraz z nieograniczoną liczbą bolusów oraz druga, gdzie w sposób ciągły podawano placebo i fentanyl był podawany tylko w postaci nieograniczonej liczby bolusów. Rozwój wcześniaków oceniano w skali Griffiths, przez wykwalifikowanych psychologów nie wiedzących do której grupy były przydzielone dzieci, aż do 24 miesiąca życia skorygowanego. 106 ze 131 dzieci przeżyło do końca badania, 3 zmarło po wpisaniu do domu, a u 25 nie udało się dokończyć badania. Siedemdziesięciu ośmiu pacjentów zostało zbadanych w 24 miesiącu życia. Dzieci z grupy fentanylu w porównaniu do grupy placebo otrzymały statystycznie istotnie mniej punktów w skali Griffiths (mediana 89,95 vs. 97,18), koordynacja oko-ręka (mediana 89,09 vs. 99,19) oraz umiejętności wykonawcze (mediana 79,71 vs. 90,09). Badanie to ukazuje, że wlew ciągły fentanylu u dzieci, szczególnie skrajnych wcześniaków, w dawce 1mcg/kg/godz, jest związane z zaburzeniami rozwoju neurologicznego⁹⁸.

Skłoniło mnie to do poszukiwania alternatywnego opioidu, krócej działającego, który pozwoliłby na szybsze budzenie wcześniaków.

Pochodne fentanylu: sufentanyl, alfentanyl, remifentanyl także są silnie działającymi opioidami. Cechującymi się różną farmakokinetyką oraz farmakodynamiką. Najsilniej działającym opioidem jest Sufentanyl (siła działania 1000 x większa od morfiny). Fentanyl i Remifentanyl mają podobną siłę działania (100-200 x większa od morfiny)⁹⁹.

W 2018 roku Ziesenitz przeanalizował dostępne piśmiennictwo próbując ocenić farmakokinetykę fentanylu i jego pochodnych w populacji pediatrycznej. Przeanalizował 372 artykuły, wybrał 44 zawierające dane 821 pacjentów poniżej 18r.ż.; w tym 46 wcześniaków, 64 noworodków donoszonych, 115 niemowląt, 188 dzieci, 28 nastolatków. Pacjenci poddani byli zabiegom kardiochirurgicznym, torakochirurgicznym i brzuszny. Opioidy podawano drogą dożylną, dooponową, przezśluzówkową, donosową, przezskórną. Wcześnieiki i noworodki cechowały się niższym klirensiem i mniejszym stopniem wiązania z białkami. Z analizy danych stwierdzono, że klirens opioidu w zależności od masy ciała najlepiej określa wzór Hilla dla sufentanylu ($R^2 = 0.71$, B_{max} 876 mL/min, K_{50} 16.3 kg) i dla alfentanylu ($R^2 = 0.70$, $B_{max (fixed)}$ 420 mL/min, K_{50} 28 kg). Natomiast eksperymentalnie określono klirens dla remifentanylu i wyniósł on 0,99 i 0,75 kilremsu alfentanylu. Dojrzewanie klirensu remifentanylu opisano jako funkcję liniową w regresji do masy ciała ($R^2 = 0,69$). Allometryczna odpowiedź klirensu remifentanylu wyniosła 0,76. W przypadku fentanylu nie wykazano korelacji liniowej wraz z masą ciała¹⁰⁰.

Farmakokinetyczne i farmakodynamiczne modele służą do oszacowania i opracowania schematów podawania leków. Eleveld opracował farmakokinetyczno-farmakodynamiczny model dla remifentanylu dla pacjentów w różnym wieku. Przeanalizował dane od 131 pacjentów, w wieku od 5 dni do 85 lat, ważących od 2,5 kg do 106 kg oraz mierzących 49 do 193 cm. Doszedł do wniosku, że parametry, w tym objętości poszczególnych kompartmentów, klirens leku, objętość dystrybucji rosną wraz ze wzrostem beztłuszczowej masy ciała, a maleją wraz z wiekiem¹⁰¹.

Ponad to do wyboru Remifentanylu skłoniły mnie chińskie randomizowane badania opublikowane w 2017r. przez American Journal of Translational Research, w których przeanalizowano po pierwsze wpływ remifentanylu na mózg szczurzych noworodków, a po drugie wpływ remifentanylu na apoptozę CUN szczurzych noworodków, wywołaną isofluranem.

W pierwszym eksperymencie szczury w 7 dniu życia, w sposób randomizowany zostały przydzielone na 3 grupy i poddane działaniu odpowiednio 30% O₂, isofluranu, 1,5% isofluranu. Następnie

we wszystkich grupach badanych wykonano nacięcie podeszwowe, włączono wlew soli fizjologicznej oraz remifentanylu w dawkach odpowiednio: 5µg/kg, 20µg/kg i 80µg/kg, wlew kontynuowano przez 4 godziny.

W drugim eksperymencie szczury w 7 dniu życia, zostały poddane działaniu 1,5% isofluranu, w sposób randomizowany zostało podzielonych na 3 grupy. Włączono im wlew ciągły remifentanylu w dawkach 5, 10, 20µg/kg, następnie wykonano nacięcie podeszwowe.

W obu badanych grupach zbadano apoptozę neuronów po 2 godzinach, pobierając wycinki z kory mózgowej, hipokampa i wzgórza. Wykazano, że infuzja remifentanylu wraz z 1,5% isofluranem nie powoduje apoptozy w żadnym z pobranych wycinków. Natomiast wlew remifentanylu w dawce 10 µg/kg zmniejszyło apoptozę wywołaną isofluranem w hipokampie, ale pozostało bez wpływu na korę i wzgórze mózgu.

Badania sugerują, że remifentanylu nie tylko nie wywołuje apoptozy, ale także zmniejsza apoptozę wywołaną isofluranem w rozwijającym się mózgu¹⁰².

Podsumowując remifentanylu w anestezji noworodka stosowany jest coraz szerzej, głównie ze względu na bardzo krótki czas działania i szybką eliminację, niezależną od układu enzymów wątrobowych, bowiem rozkładany jest on przez niespecyficzne esterazy osoczowe¹⁰³. Farmakokinetyka remifentanylu u noworodka jest podobna do farmakokinetyki u dorosłego (przy czym dane te odnoszą się głównie do noworodków donoszonych)¹⁰⁴, a większa objętość dystrybucji oraz szybka eliminacja przez esterazy osoczowe powoduje, iż czas półtrwania tego opioidu zazwyczaj mieści się w granicach 3-6, niekiedy do 10 min¹⁰⁵. Powoduje on jednak sztywność klatki piersiowej¹⁰⁶ oraz niekorzystne efekty hemodynamiczne zależne od dawki - bradykardię i hipotensję¹⁰⁷, a co za tym idzie zmniejszony rzut serca.

Przy dostępności odpowiedniego aparatu do znieczulenia, anestezja z użyciem anestetycznych środków wziewnych pozwala na znaczne obniżenie stosowanych dawek opioidów. A co za tym idzie pozwala na zminimalizowanie ryzyka powikłań.

Anestetyki wziewne są podstawową grupą leków, używanych w anestezjologii w większości znieczuleń ogólnych. Zostały one podzielone na dwie grupy: gazy anestetyczne (xenon i podtlenek azotu) i lotne ciecze (desfluran, izofluran i sevofluran). MAC (minimal alveolar concentration)- minimalne stężenie pęcherzykowe- to najmniejsze stężenie anestetyku wziewnego, przy którym połowa chorych poddanych anestezji tym środkiem nie zareaguje na standardowy bodziec chirurgiczny, jakim jest nacięcie skóry. Ważne jest, aby zdawać sobie sprawę, że MAC jest wiarygodne jedynie wówczas, gdy prowadzona

jest monoanestezją tym, że JEDNYM anestetykiem. Ponieważ wszystkie znieczulenia mają charakter anestezji złożonych (podawane są leki o działaniu synergistycznym), wartość MAC ma w warunkach klinicznych wyłącznie charakter orientacyjny.

Ze względu na własności kardiodepresyjne, praktycznie nie stosuje się już halotanu i podtlenku azotu w znieczuleniu noworodków z niską masą ciała. Jednakże właściwie wszystkie z pozostałych anestetyków wziewnych (sewofluran, desfluran, izofluran) mają również depresyjny wpływ na układ sercowo naczyniowy¹⁰⁸ objawiający się przede wszystkim obniżeniem ciśnienia tętniczego i przepływów mózgowych¹⁰⁹. Problemem jest brak danych na temat MAC (tj. minimalnego stężenia pęcherzykowego) dla tych anestetyków u noworodków przedwcześnie urodzonych¹¹⁰. Dostępne badania dotyczą noworodków. Wg Brinkman'a %MAC wzrasta z wiekiem i jest najniższy u noworodków. Niemowlętom wystarcza MAC w granicach 0,82-0,87%¹¹¹ i jest to jedyne doniesienie dotyczące tego zaganiaenia w ostatnich 5 latach. Nie ma prac dotyczących wartości MAC czy wpływu gazów anestetycznych wśród wcześniaków.

Sewofluran jest lotną, bezbarwną cieczą. Ma niedrażniący zapach i działanie silnie rozluźniające mięśniówkę oskrzeli oraz niezwiększanie produkcji śluzu w drogach oddechowych. Dzięki temu możliwa jest indukcja wziewna u chorych z nadreaktywnymi drogami oddechowymi czy u dzieci. Sewofluran w najmniejszym stopniu ze wszystkich anestetyków wziewnych zwiększa żylny przeciek śródplucny, po wyłączeniu wentylacji jednego płuca¹¹². Co pozostaje nie bez znaczenia zwłaszcza u wcześniaków poddawanych zabiegom kardiochirurgicznym- jak ligacja PDA¹¹³. Wszystkie anestetyki wziewne zwiększają przepływ mózgowy, sewofluran w najmniejszym stopniu, o 5-7%¹¹⁴, jednakże tylko przy użyciu mieszaniny nośnikowej w postaci tlenu i tlenu z powietrzem. Użycie mieszaniny nośnikowej tlenu i podtlenku azotu powoduje, że mózgowy przepływ krwi wzrasta w sposób nieprzewidywalny.

Sewofluran jest jednym z najszerzej stosowanych anestetyków w populacji pediatrycznej. Wiele badań sugerowało, że częsta, długotrwała ekspozycja może powodować neuroapoptozę a co za tym idzie zaburzenia w rozwoju w szczególności wśród najmniejszych pacjentów. W praktyce klinicznej, jednakże nie obserwowano takiego efektu.

W 2017r. Huang wraz ze współpracownikami opublikował wyniki badań nad neuroapoptozą i dysfunkcją neurokognitywną wśród dorastających szczurów, które w okresie noworodkowym otrzymywały 2% Sevofluran. Porównał on cztery grupy szczurów. Pierwsza: w 7 dniu życia podano tlen w warunkach kontrolowanych, a następnie hodowano je do 60 dnia życia. Druga: w 7 dniu życia szczurom podano 2% Sevofluran przez 1 godzinę a następnie hodowano je do 60 dnia życia. Trzecia grupa:

szczurom w 60 dniu życia podano 2% Sevofluran przez 1 godzinę. Czwarta grupa: szczurom, które w 7 dniu życia otrzymały Sevofluran, w wieku 60 dnia życia ponownie podano 2% Sevofluran przez 1 godzinę. Huang wykazał, że Sevofluran wywołał neuroapoptozę w grupie IV. Badacz sugeruje, że powtarzające się ekspozycja na Sevofluran może być przyczyną neuroapoptozy oraz zaburzeń poznawczych w okresie dorostania¹¹⁵.

Innym dostępnym w dzisiejszych czasach gazem anestetycznym jest desfluran. Charakteryzuje się najniższym współczynnikiem rozpuszczalności krew/gaz (poza Xenonem- niedostępny w Polsce), co czyniłoby go idealnym anestetykiem do indukcji wziewnej, gdyby nie drażniący zapach, uniemożliwiający jej przeprowadzenie. Opór dróg oddechowych po użyciu desfluranu ulega znacznemu podwyższeniu, co powoduje, że preparatu tego nie można stosować u chorych z nadreaktywnymi drogami oddechowymi (astma, POChP, małe dzieci)¹¹⁶. Ulega w niewielkim stopniu biotransformacji w wątrobie, metabolity wydalone z moczem stanowią 0,02% zastosowanej dawki. MAC wynosi średnio 7,3%, zmienia się w zależności od wieku: 0–1. rż. MAC desfluranu w 100% O₂ wynosi 8,95–10,65%, a w mieszaninie 40% O₂ i 60% N₂O – 5,75–7,75%; FDA dopuściło Desfluran do indukcji i podtrzymywania znieczulenia u dorosłych. Jednakże u dzieci Desfluran może być stosowany tylko do podtrzymywania znieczulenia¹¹⁷.

Koreański badacz Kim porównał oba gazy anestetyczne w trakcie znieczulenia z użyciem maski krtaniowej. W randomizowanym badaniu wzięło udział 200 dzieci poddanych procedurom chirurgicznym. Podzielono je na dwie grupy: po indukcji znieczulenia przy pomocy Thiopentalu w dawce 5mg/kg, zmieniono anestetyk na Desfluran lub Sevofluran. Zauważył on, że incydenty desaturacji SpO₂<97% ale >90% w grupie znieczulaniej Desfluranem występowały znacznie częściej. Ma to szczególne znaczenie wśród małych dzieci, dlatego należy wnikliwie rozważyć stosowanie tego anestetyku wśród niemowląt, a w szczególności noworodków i wcześniaków¹¹⁸.

Intubacja dotchawicza jest wielkim stresem dla noworodka czego dowodzi L. Dupree Hatch MD. W swojej pracy przeanalizował 273 intubacje u 162 noworodków. W 107 przypadkach, czyli aż 39% doszło do zdarzeń niepożądanych pierwotnych takich jak hipotensja wymagająca leczenia klatki piersiowej (2,9%), leki adrenergiczne (0,7), odma opłucnowa (0,4%), uszkodzenie dróg oddechowych (0,4%), zgon (0,4%), intubacja do przetyku (21,4%), krwawienia z dróg oddechowych (9,5%), trudności w wentylacji workiem ambu (7,3%), intubacja do jednego oskrzela (7%), wymioty (2,2%), sztywność klatki piersiowej (1,1%), (hipoksemia SpO₂ < 60% lub bradykardia HR < 60/min trwające co najmniej 5 sekund). L. Dupree Hatch doszedł do wniosku, że intubacja dotchawicza jest bardzo dużym stresem dla noworodka, który rośnie wraz z ilością prób intubacji¹¹⁹.

Charles W. Sauer poddał analizie 308 noworodków z masą urodzeniową <1500g, w tym 102 noworodki z masą urodzeniową < 750g, które były intubowane w pierwszych 4 dniach życia. Badacz zaobserwował znaczącą różnicę w występowaniu ciężkich krwawień dokomorowych związaną z intubacją dotchawiczą. 95% badanych noworodków z ciężkim krwawieniem dokomorowym było intubowane. Zwiększona częstość intubacji związana była z większą częstością występowania krwawień dokomorowych. Z kolei Wallenstein przeanalizował 88 noworodków z ekstremalnie niską urodzeniową masą ciała (ELBW), z których 60% wymagała wielu prób intubacji. Śmierć, zaburzenia neurologiczne wystąpiły u 53% noworodków, które wymagały kilku prób intubacji, w porównaniu z 29% w grupie noworodków zaintubowanych za pierwszym razem. Badanie to pokazuje jak urazową i stresogenną procedurą jest intubacja dotchawicza tak małego dziecka. Autor zwraca uwagę na potrzebę poszukiwania alternatywnych metod udrażniania dróg oddechowych, a także poszukiwanie metod minimalizowania urazu związanego z procedurą intubacji¹²⁰.

Wcześniejsi są szczególnie wrażliwi nawet na niewielkie bodźce stresowe. Intubacja może powodować przejściowe obniżenie utlenowania mózgowego, tachykardię, wzrost ciśnienia, odruchowy bezdech oraz zwiększać ryzyko przedłużonej wentylacji¹²¹. Co prowadzi do pogorszenia rokowania co do jakości życia dziecka w późniejszym okresie. Ryzyko to skłoniło do poszukiwań alternatywnych metod zabezpieczenia drożności dróg oddechowych podczas prowadzenia anestezji noworodka.

Banasal przeanalizował 7 randomizowanych badań kontrolnych dotyczących maski krtaniowej jako urządzenia do zabezpieczenia drożności dróg oddechowych podczas resuscytacji noworodka. Nie uzyskał wystarczających danych, aby zaproponować maskę krtaniową jako alternatywę dla wentylacji maską twarzową głównie ze względu na brak odpowiednich danych u dzieci z masą ciała <1500g oraz < 34 tygodnia skorygowanego. Jednakże nie zaobserwował działań ubocznych związanych z wentylacją maską krtaniową¹²².

Pinheiro porównał skuteczność podawania surfaktantu przez rurkę intubacyjną z maską krtaniową, aby uniknąć konieczności mechanicznej wentylacji, u pacjentów ze średnim stopniem dysplazji oskrzelowo- płućnej. W randomizowanym badaniu wzięło udział 60 pacjentów, w dwóch grupach po 30 każda. W grupie dzieci intubowanych 77% z nich wymagało inwazyjnej wentylacji mechanicznej. Natomiast w grupie z maską krtaniową tylko 30% pacjentów wymagało mechanicznej wentylacji. Pinheiro wyciągnął wniosek, że terapia surfaktantem przez maskę krtaniową zmniejsza potrzebę mechanicznej wentylacji u dzieci ze średnim stopniem dysplazji oskrzelowo- płućnej, w porównaniu do terapii surfaktantem przez rurkę intubacyjną¹²³.

Także Włoscy badacze porównali drogi podania surfaktantu: maska krtaniowa, CPAP donosowy i INSURE (intubacja- surfaktant- ekstubacja). Systematycznie przeanalizowano artykuły bazy PubMed, EMBASE, SCOPUS, Cochrane Central Register of Controlled Trials and Clinicaltrials.gov. Wzięto pod uwagę 5 randomizowanych badań kontrolnych. Calevo po przeanalizowaniu danych dowodzi, że podaż surfaktantu przez maskę krtaniową zmniejsza potrzebę intubacji i wentylacji mechanicznej w porównaniu do nCPAP (RR 0,57, 95%CI 0,38-0,85) a także zmniejsza zapotrzebowanie na tlen (MD -8, 95%CI -11,09 do -4,91). Natomiast podaż surfaktantu przez maskę krtaniową w porównaniu do metody INSURE zmniejsza potrzebę intubacji i wentylacji mechanicznej (RR 0,43, 95%CI 0,31-0,61) ale zwiększa zapotrzebowanie na tlen (MD 3,1, 95%CI 0,51-5,69). Wyciągnął on wniosek, że podanie Surfaktantu poprzez maskę krtaniową zmniejsza potrzebę mechanicznej wentylacji, jednakże do dnia dzisiejszego brak jest wystraszających danych literaturowych, aby ta metoda była rekomendowana do rutynowego stosowania¹²⁴.

Barbosa w randomizowanej próbie poddał analizie krótkoterminowe efekty podaży surfaktantu przez maskę krtaniową w porównaniu do rurki intubacyjnej. Dzieci włączone do badania obejmowały noworodki z masą ciała > 1000g w wieku 28-35 tygodnia skorygowanego, wymagające CPAP donosowego FiO₂>40%, dla zapewnienia SpO₂ 91-95%. W badaniu wzięło udział 48 pacjentów: 26 w grupie z maską krtaniową i 22 w grupie z rurką intubacyjną. Założeniem było zmniejszenie FiO₂ do 30% po 3 godzinach od podania surfaktantu. 6 pacjentów z grupy maski krtaniowej oraz 5 pacjentów z grupy rurki intubacyjnej nie osiągnęło zamierzonego celu. 14 pacjentów (53,8%) z grupy maski krtaniowej nie było intubowanych ani wentylowanych. 12 (46,1%) wymagało wentylacji: 23% ze względu brak efektu po surfaktancie, 11,5% nieefektywną wentylację nCPAP i 11,5%. Ze względu na późne powikłania. Badacze doszli do wniosku, że podaż surfaktantu przy pomocy maski krtaniowej wykazuje pozytywne efekty krótkoterminowe¹²⁵.

Wielu badaczy pokazuje, że skuteczna wentylacja przy pomocy maski krtaniowej jest efektywna. Dotychczas ukazała się jedna praca mówiąca o użyciu maski krtaniowej w znieczuleniu noworodka.

Piersigili retrospektywnie przeanalizował znieczulenie 13 noworodków poddanych zabiegowi laseroterapii z powodu retinopatii wcześniaków. Znieczulenie polegało na podaniu powolnego bolusa z fentanylu oraz z 5% propofolu w dawce 2-4mg/kg oraz następnie kontynuowanie wlewu ciągłego Propofolu w dawce 4- 6mg/kg/godzinę. Po uzyskaniu odpowiedniego poziomu analgesedacji zakładano maskę krtaniową, a wentylację zapewniano workiem ambu. 13 noworodków nie wymagało intubacji do zabiegu. Tylko 4/13 (30,8%) wymagało minimalnego wsparcia respiratorowego w czasie i po zabiegu.

Czynność serca była wyższa niż przed zabiegiem, jednakże pozostawała w granicach normy. Ciśnienie tętnicze było podobne przed, w trakcie i po zabiegu. W okresie okołoperacyjnym nie obserwowano bradykardii czy hipotensji. Wyciągnięto wniosek, że stosowany protokół postępowania zapewnia odpowiedni poziom anestezji i analgezji do wykonania zabiegu laseroterapii w leczeniu retinopatii wcześniaków oraz pozwala uniknąć intubacji i inwazyjnej mechanicznej wentylacji¹²⁶.

Jednakże Magne opublikował prace dotyczącą zakładania maski krtaniowej i-gel w rozmiarze 1 i 1,5 u dzieci do drugiego roku życia, do zabiegów chirurgicznych. Przeanalizował 60 dzieci (33- igel nr 1; 270 iegel nr 1,5). Maskę krtaniową udało się założyć za pierwszym razem w 75% przypadków. Zdarzenia niepożądane zaobserwowano u 35 (58,3%) dzieci (18- w trakcie zakładania, 25- w trakcie zabiegu, 3- po zabiegu). Tak wysoki odsetek powikłań skłania do refleksji i zastanowienia się nad zasadnością użycia maski krtaniowej i-gel¹²⁷.

Praca Magne stoi w sprzeczności z tymi wynikami badań, gdzie na 21 dzieci, u których założono maskę krtaniową u ani jednego nie zaobserwowano zdarzenia niepożądanego.

Przedmiotem dyskusji może być kwestia konieczności anestezji noworodka do zabiegu laserowej fotokoagulacji siatkówki. Płytkowa sedacja w połączeniu ze znieczuleniem miejscowym umożliwia przeprowadzenie zabiegu z własnym oddechem pacjenta. Według większości przytoczonych autorów metoda ta nie daje satysfakcjonującego poziomu analgezji pacjenta. Maskę krtaniową ukazuje się jako alternatywa dla zabezpieczenia dróg oddechowych podczas anestezji noworodka, zapewniając odpowiedni poziom analgezji, a intubacja pozostaje procedurą stosowaną w razie znacznego pogorszenia się wydolności oddechowej pacjenta.

Spore obawy wśród neonatologów i anestezjologów budzi fakt, że ta grupa pacjentów często całkiem niedawno zakończyła leczenie wentylacyjne, nierzadko powikłane szeregiem zmian w płucach- dysplazja oskrzelowo- płucna. Ponowna intubacja i wentylacja mechaniczna, a co za tym idzie ponowny proces „odzywczenia” od respiratora będzie dla takiego noworodka ogromnym problemem.

Jednym z kanonów bezpiecznego znieczulenia jest zabezpieczenie drożności dróg oddechowych. Należy w bardzo rozważnie wybrać sposób zabezpieczenia dróg oddechowych w tych wyjątkowych sytuacjach, kiedy pole operacyjne znajduje się w bezpośredniej bliskości dróg oddechowych, gdy natychmiastowy dostęp może być utrudniony. Inna kwestią jest dostosowanie głębokości znieczulenia do procedury (w żadnej z przytoczonych prac nie zajęto stanowiska na temat jakości analgezji/ głębokości sedacji znieczulanych noworodków). Głębokie znieczulenie ogólne wymaga przyrządowego udrożnienia

dróg oddechowych w celu uniknięcia ciągłego przerywania zabiegu i szukania dostępu do twarzy pacjenta, by zapewnić oksygenację poprzez wentylację na maskę twarzową.

Problem udrożnienia dróg oddechowych noworodka podniósł Mosarrat J Qureshi przeanalizował bazę Cochrane Central Register of Controlled Trials (CENTRAL 2017, Issue 1), MEDLINE via PubMed (1966 do 15 lutego 2017), Embase (1980 do 15 lutego 2017) i CIANAHL (1982 do 15 lutego), a także doniesienia zjazdowe. Wziął pod uwagę randomizowane i quasi-randomizowane badania porównujące maskę krtaniową z wentylacją na maskę twarzową lub intubacją dotchawiczą w czasie resuscytacji noworodka. Przeanalizował 7 badań (794 noworodków). Doszedł do wniosku, że użycie maski krtaniowej zmniejsza ryzyko intubacji w porównaniu do wentylacji na maskę twarzową (typical risk ratio (RR) 0,24 i typical risk difference (RD) -0.14) oraz skraca czas wentylacji zastępczej o 18,9 sekund. Dzieci resuscytowane z użyciem maski krtaniowej w mniejszym stopniu były przyjmowane na oddział intensywnej terapii (typical risk ratio 0,6 i typical RD -0,18). Nie wykazał różnic w częstości zgonów czy encefalopatii niedotlenieniowo niedokrwiennej. Nie wykazał także różnic w porównaniu z intubacją dotchawiczą dotyczącą czasu potrzebnego do założenia urządzenia¹²⁸.

Także włoski badacz Trevisanuto dowodzi, że wentylacja przy pomocy maski krtaniowej jest skuteczna i bezpieczna. Poddał on analizie noworodki ≥ 34 tygodnia ciąży z masą urodzeniową ≥ 1500 g wymagające wentylacji z dodatnim ciśnieniem (bezdech, duszność, HR, 100/minutę). Dzieci z dużymi wadami wrodzonymi, dużym obrzękiem płodowym oraz po aspiracji smółki były wykluczone z badania. Sposób udrożnienia dróg oddechowych był wybierany zgodnie z zasadami randomizacji. Wentylacje dodatnim ciśnieniem prowadzono poprzez maskę krtaniową lub maskę twarzową. Wentylacja manualna była prowadzona przez 40-60 oddechów (minutę) używając powietrza, w przepływie 6-8 litrów/minutę. Dopuszczono 3 krotną próbę założenia maski krtaniowej. Bradykardia poniżej 60 uderzeń/minutę przez 30 sekund wentylacji dodatnim ciśnieniem była wskazaniem do zaintubowania noworodka. W tym badaniu udało się uniknąć intubacji u większości noworodków w obu grupach. Wentylacja z dodatnim ciśnieniem była zarezerwowana dla dzieci z bradykardią, bezdechem, dusznością- częstość podobna w obu grupach. Trevisanuto doszedł do wniosku, że resuscytacja może być skutecznie prowadzona przy użyciu maski krtaniowej. Resuscytacja z użyciem maski krtaniowej była skuteczniejsza w porównaniu do wentylacji maską twarzową (91,5% vs. 78,9%). Także więcej dzieci wentylowanych maską twarzową wymagało przyjęcia na Oddział Intensywnej Opieki Medycznej, w porównaniu do noworodków wentylowanych maską krtaniową. Badacz wyciągnął bardzo ważny wniosek że maska krtaniowa pozwala na efektywną wentylację i pozwala uniknąć intubacji dotchawiczej u dzieci urodzonych ≥ 34 tygodnia ciąży, z masą urodzeniową ≥ 1500 gram.

Jedną z głównych obaw neonatologów i anestezjologów jest uraz OUN spowodowany znieczuleniem ogólnym. W ostatnich latach wielu badaczy udowadnia, że większość anestetyków używanych w znieczuleniu ogólnym powoduje apoptozę rozwijającego się mózgu¹²⁹.

Jednakże publikowanych jest coraz więcej prac udowadniających tezę, że znieczulenie ogólne we wczesnym niemowlęctwie, trwające poniżej jednej godziny nie ma wpływu na rozwój neurologiczny dzieci do 2 r.ż.

Czego dowodzi Dr Andrew J Davidson na łamach The Lancet w 2016 roku¹³⁰. Przeprowadził on randomizowane badania na grupie niemowląt poniżej 60 tygodnia wieku postkonceptyjnego, urodzonych powyżej 26 t.c., operowanych z powodu przepukliny pachwinowej. Dzieci w sposób randomizowany były przydzielane do grupy regionalnej anestezji (awake-regional anaesthesia) lub do grupy znieczulenia ogólnego opartego na Sevofluranie. Przeanalizował 238 dzieci w grupie znieczulenia regionalnego i 294 w grupie znieczulenia ogólnego. Nie wykazał statystycznie istotnych różnic w rozwoju neurologicznym pomiędzy badanymi grupami dzieci.

D. B. Andropoulos w swojej publikacji ukazuje, że przedłużające się i powtarzające się znieczulenie ogólne ma wpływ na rozwój wcześniaka i noworodka co skutkuje w późniejszym wieku problemami neurobehawioralnymi. Ma to szczególne znaczenie wśród wcześniaków ze względu na rozwój układu nerwowego, gdzie synaptogeneza zachodzi dopiero od 20 tygodnia wieku postkonceptyjnego, a mielinizacja włókien nerwowych ma miejsce od 28 tygodnia wieku postkonceptyjnego. Ze względu na niedojrzałość układu nerwowego powinno dążyć się do jak najradszych interwencji wymagających znieczulenia ogólnego wśród wcześniaków i noworodków¹³¹.

Monitorowanie czynności życiowych jest podstawowym elementem bezpieczeństwa chorego na Sali operacyjnej. Pozwala ocenić czynność poszczególnych układów, informując m.in. o natlenieniu, wentylacji i pośrednio o perfuzji narządowej. Dzięki monitorowaniu można podejmować decyzje dotyczące zarówno dalszego przebiegu znieczulenia, jak i operacji oraz obserwować zmiany w stanie chorego spowodowane chorobą, wykonywanym zabiegiem, a także samym znieczuleniem¹³².

Monitorowanie może mieć charakter bezprzyrządowy (kiedy do oceny stanu chorego używamy zmysłów) i przyrządowy (w interpretacji którego posiłkujemy się wynikami wyświetlonymi na ekranie).

Monitorowanie podstawowe obejmuje przede wszystkim: pulsoksymetrię, nieinwazyjny pomiar ciśnienia tętniczego, czynność pracy serca, elektrokardiogram, liczbę oddechów, temperaturę ciała.

Natomiast zakres monitorowania rozszerzonego zależy od specyfiki operacji, wybranego rodzaju znieczulenia i stanu chorego: m.in. inwazyjny pomiar ciśnienia tętniczego, rzut serca i wybrane parametry hemodynamiczne, pomiar diurezy godzinowej, EEG, NIRS, temperatura głęboka ciała¹³³.

Monitorowanie układu krążenia zwykle opiera się na obserwacji zapisu elektrokardiogramu (EKG) i okresowym pomiarze ciśnienia tętniczego metodą pośrednią.

W pediatrii wraz ze zwiększeniem się ryzyka powikłań okołoperacyjnych zwykle dodatkowo kaniuluje się żyłę centralną i tętnice promieniową, uzyskując wartości ośrodkowego ciśnienia żylnego oraz ciągły pomiar ciśnienia tętniczego¹³⁴.

Anestezjolog dysponuje na sali operacyjnej zaledwie trzema rodzajami terapii wpływającymi na układ krążenia. Może przetaczać płyny, podawać leki zwiększające kurczliwość mięśnia sercowego (leki działające inotropowo dodatnio) lub środki wazoaktywne, wpływające na stopień obkurczenia łożyska naczyniowego. Czas włączenia oraz zastosowana dawka w przypadku każdej z tych terapii mają kluczowe znaczenie w zapobieganiu dekompensacji układu krążenia¹³⁵.

Najważniejszym czynnikiem determinującym prawidłowe funkcjonowanie układu krążenia jest pojemność minutowa (rzut serca- CO), czyli objętość krwi wyrzucana przez serce w ciągu minuty.

Pomiar kluczowych parametrów hemodynamicznych w szczególności objętości wyrzutowej serca (SV), rzutu serca (CO), z wykorzystaniem 4 standardowych elektrod EKG, pozwala ocenić odpowiedź stresową noworodka na stosowaną procedurę zabiegową. Umożliwia podjęcie właściwych decyzji terapeutycznych podczas zabiegu operacyjnego. Populacja neonatologiczna w szczególności zyskuje na ciągłym monitorowaniu hemodynamicznym ze względu na częste w tej grupie chorych przecieki czy wady serca.¹³⁶

Cote i współpracownicy przeanalizował 374 pediatrycznych znieczuleń. Włączył do badań 292 pomiarów trwających po średnio 58 minut, u dzieci w wieku od 1 dnia życia do 19 roku życia, ważących od 1 do 107 kg. Doszedł do wniosku, że kardiometria elektryczna dostarcza w czasie rzeczywistym informacji sercowo-naczyniowych dotyczących rozwoju zdarzeń hemodynamicznych i skutecznie śledzi szybką reakcję na interwencje u dzieci niezależnie od wieku, wagi i wielkości. Zasugerował, że ten typ monitorowania może być ważnym elementem w rzeczywistej ocenie odpowiedzi hemodynamicznej na bodźce w trakcie znieczulenia dziecka¹³⁷.

Na chwilę obecną brak jest badań dotyczących zastosowania nieinwazyjnych monitorów rzutu serca w neonatologicznej anestezjologii. Dane dotyczące populacji dorosłej także nie są zadowalające^{138, 139}.

Natomiast zastosowanie nieinwazyjnych pomiarów hemodynamicznych niesie ze sobą duży potencjał zwiększania bezpieczeństwa znieczulenia nie tylko w tej grupie chorych.

Rozwój ośrodkowego układu nerwowego (OUN), na który składają się zachodzące jednocześnie procesy neurogenezy, mielinizacji, synaptogenezy oraz różnicowania i migracji komórek nerwowych, rozpoczyna się na początku 3. t.c. i trwa jeszcze w dzieciństwie. U 15-tygodniowego płodu oprócz ruchów całego ciała oraz izolowanych ruchów kończyn i głowy można zaobserwować także ziewanie, czkawkę, ssanie i połykanie. W 16. t.c. pojawiają się pierwsze ruchy gałek ocznych. W późniejszym okresie ciąży mózgowie rośnie i rozwija się zarówno strukturalnie, jak i funkcjonalnie, zachodzą procesy intensywnej synaptogenezy, angiogenezy i mielinizacji, powstają drogi nerwowe rdzeniowo-wzgórzowe i wzgórzowo-korowe¹⁴⁰.

Ponad 99% ludzkiej kory nowej kształtuje się w czasie życia wewnątrzmacicznego. Pierwsze synapsy powstają w niej około 10. t.c., a w 14. t.c. możliwe jest już zidentyfikowanie płątów czołowego, skroniowego, ciemieniowego i potylicznego. Między 26. a 28. t.c. zarejestrowano pierwsze potencjały wywołane z kory mózgowia. Z upływem czasu półkule sukcesywnie się powiększają, co powoduje powstawanie na ich powierzchni coraz większej liczby bruzd i zakrętów¹⁴¹.

Ze względu na niedojrzałość oraz skromne mechanizmy autoregulacji OUN¹⁴² jego staranne monitorowanie w trakcie znieczulenia ogólnego wydaje się zyskiwać na znaczeniu¹⁴³. Mózgowie człowieka jest narządem charakteryzującym się wysokim poziomem przemiany materii¹⁴⁴, niezbędnym do zabezpieczenia jego aktywności w zróżnicowanych warunkach fizjologicznych¹⁴⁵.

NIRS- spektroskopia bliskiej podczerwieni OUN jest jednym z narzędzi umożliwiających dokładne monitorowanie utlenowania tkankowego, w tym OUN¹⁴⁶. Doniesienia literaturowe wskazują na przydatność tej metody w diagnostyce wczesnych zmian niedokrwienych oraz zaburzeń w perfuzji mózgu.

Kooi EMW przeanalizował dostępną literaturę skupiając się na metodach pomiaru autoregulacji OUN. Wykazał, że ciągły pomiar NIRS wraz z ciśnieniem tętniczym zapewnia optymalny pomiar autoregulacji przepływu mózgowego¹⁴⁷.

Z kolei Hyttel- Sorensen przeanalizował randomizowane i quasi-randomizowane badania w bibliotece Cochrane, Medline, Pubmed i Cinahl (od 1966 do 2016 roku)¹⁴⁸. Jedno z randomizowanych badań spełniło kryteria włączenia. Badanie objęło 66 noworodków, u których włączono monitorowanie NIRS w ciągły pierwszych 3 godzin życia, kontynuowano pomiar do 72 godziny życia wraz z

zastosowaniem odpowiedniego protokołu, zawierającego interwencje, gdy wartości NIRS znajdowały się poniżej normy. Nie wykazano pozytywnego wpływu monitorowania NIRS, wraz z zastosowaniem odpowiedniego protokołu, na śmiertelność, krwawienie wewnątrzczaszkowe, leukomalację okołokomorową, PDA, dysplazję oskrzelowo- płucną, martwicze zapalenie jelit, czy retinopatię wcześniaków. Doszedł także do wniosku, że nadal niepewnym pozostaje który sygnał NIRS oraz jaki algorytm jest najlepszy dla wcześniaków przy ocenie autoregulacji przepływu OUN.

NIRS- spektroskopia bliskiej podczerwieni OUN jest jednym z narzędzi umożliwiających dokładne monitorowanie utlenowania tkankowego, w tym OUN. Oferuje nieinwazyjny pomiar, in vivo, w czasie rzeczywistym oksygenacji tkanki mózgowej, ale nie tylko.

Niestety nie ma dokładnych norm odpowiednich do wieku wcześniaka¹⁴⁹.

Mayer B¹⁵⁰ poddał analizie 15 wcześniaków na intensywnej terapii mierząc StO₂ OUN. Wykazał, że mediana StO₂, w tej grupie dzieci, wyniosła 72%, dla mediany SpO₂ wynoszącej 91%. Ponadto dowodzi on, że zmiany SpO₂ miały ogromny wpływ na utlenowanie OUN, w przeciwieństwie do zmian HR. Podał on w wątpliwość wpływ zmian HR na utlenowanie mózgowe. Ponadto zaobserwował on znaczące różnice pomiędzy wcześniakami z badanej grupy w możliwości utrzymania StO₂ na stałym poziomie.

Dotychczas nie ma publikacji dokumentujących monitorowanie StO₂ OUN w trakcie znieczulenia ogólnego wcześniaka czy noworodka. Pojedyncze opracowania dotyczą głównie dzieci poddanych zabiegom kardiochirurgicznym^{151, 152}. NIRS niesie ze sobą duży potencjał zwiększenia bezpieczeństwa znieczulenia nie tylko w populacji neonatologicznej. Jednakże wymaga to dalszych badań.

Anestezja w grupie noworodków a w szczególności wcześniaków powinna być prowadzona ze szczególną uważnością przez wyspecjalizowany personel dedykowany tylko neonatologii. Należy wybierać taki sposób znieczulenia pacjenta, który zapewnia najbardziej stabilny stan dziecka, bez wahań w utlenowaniu narządów- w tym w szczególności OUN, a także mając na uwadze minimalizację odpowiedzi współczulnej na wszelkie bodźce płynące z sali operacyjnej.

6. Wnioski

1. Znieczulenie noworodków do zabiegów okulistycznych oparte na masce krtaniowej nie powoduje konieczności przedłużonej sztucznej wentylacji, w przeciwieństwie do znieczulenia z intubacją dotchawiczą.
2. Zastosowanie maski krtaniowej związane jest z mniejszym przeciekiem gazów medycznych i środków anestetycznych w porównaniu do rurki intubacyjnej.
3. Zastosowanie maski krtaniowej wiąże się z mniejszą ilością powikłań oddechowych takich jak kurcz krtani, zatrzymanie oddechu, bezdech, w porównaniu do rurki intubacyjnej.
4. Zastosowanie maski krtaniowej nie wywołuje depresji układu krążenia wyrażonej spadkiem HR, CO, SV, ICON, CPI, LVET, a wzrostem SVR, TFC, w porównaniu do znieczulenia z użyciem rurki intubacyjnej.
5. Zastosowanie maski krtaniowej ma mniejszy wpływ na utlenowanie mózgowe (NIRS), w porównaniu do rurki intubacyjnej.

7. Streszczenie

Wstęp: Standardową metodą znieczulenia noworodka do zabiegów chirurgicznych pozostaje znieczulenie ogólne z intubacją dotchawiczą i mechaniczną wentylacją. Intubacja dotchawicza może powodować przejściowe obniżenie utlenowania (w szczególności mózgowego), tachykardię, wzrost ciśnienia, odruchowy bezdech oraz może zwiększać ryzyko przedłużonej wentylacji. Ryzyko to skłoniło do poszukiwań alternatywnych metod zabezpieczenia dróg oddechowych podczas prowadzenia znieczulenia noworodka. Zgodnie z dostępnymi danymi z piśmiennictwa wentylację noworodka można skutecznie prowadzić przy użyciu maski krtaniowej co zmniejsza ilość typowych powikłań poanestetycznych między innymi: desaturacji, kurczu krtani, kaszlu, bezdechu.

Metody: Badanie prospektywne z randomizacją. Noworodki poddane zabiegom okulistycznym (fotokoagulacji laserowej, iniekcji dogałkowej z ranibizumabu lub witrektomii), podzielono na dwie grupy a) intubacja dotchawicza i b) maską krtaniową i-gel. Monitorowano saturację mieszanej krwi żyłnej i czynność serca (SpO₂, HR), % przecieku, końcowowdechowe stężenie CO₂ (etCO₂), NIRS, oksygenację mózgową (StO₂) oraz wybrane parametry hemodynamiczne mierzone poprzez bioimpedancję klatki piersiowej. Anestezję zapewniano poprzez stały dopływ sevofluranu i wlew ciągły remifentanylu.

Wyniki: 41 noworodków zostało objętych badaniem. Nie wykazano znaczących statystycznie różnic w skorygowanym wieku postkonceptyjnym pomiędzy badanymi grupami (mediana 36,5 (zakres 30-58) vs 35 (zakres 33-44)). Czas potrzebny do założenia LMA był krótszy niż czas potrzebny do intubacji dotchawiczej (mediana 6 (zakres 6-8) vs 8 (zakres 5-9)s, p<0,05). Przeciek gazów anestetycznych był znacząco niższy w grupie znieczulanej z LMA (median a) 17% (zakres 8-31%) vs b) 13% (zakres 3-15%), p<0,05). Powikłania zaobserwowano tylko w grupie a) SpO₂<80% (25%), spazm krtaniowy (10%), bezdech (15% przypadków). Pacjenci z grupy a) mieli znacząco większe fluktuacje w SpO₂ (SD 2,58 vs. 1.75, p<0,05), StO₂ (SD 4.51 vs. 2.75, p<0,05), HR (SD 6,01 vs 4.74, p<0,05), rzut serca (SD 21.28 vs 14,87, p<0,05) i objętość wyrzutowa (SD 20.67 vs 7.96; p<0,05). Po zakończeniu procedury LMA zostały usunięte znacznie szybciej niż intubacja dotchawicza (mediana 3.25 (zakres 2,7-3,7) vs 180 (zakres 60-1800 minut, p<0,05).

Wnioski: Anestezja z użyciem maski krtaniowej podczas znieczulenia noworodka do zabiegów okulistycznych jest procedurą bezpieczną i efektywną. Zapewnia mniejszy przeciek gazów anestetycznych oraz mniej powikłań. Użycie maski krtaniowej wiąże się z większą stabilnością hemodynamiczną i utrzymaniem OUN. Maski krtaniowa zapewnia znacznie szybszy powrót spontanicznego oddechu. Uzyskane wyniki wymagają dalszych badań.

8. Summary

Laryngeal mask airway vs. endotracheal intubation in neonatal anaesthesia for eye surgery.

Background: Endotracheal intubation and mechanical ventilation remains the most common approach for neonates undergoing anaesthesia during surgical procedures. However, it may be associated with transient reduction of oxygenation (in particular cerebral), tachycardia, hypertension, reflex apnea, and may increase the risk of prolonged ventilation. Hence, less invasive methods of ventilatory support are under investigation. According to the available literature ventilation of a neonate can be effectively carried out using a laryngeal mask airway (LMA) and may potentially reduce the number of anaesthesia associated complications eg. desaturation, laryngospasm, cough and apnea.

Methods: Neonates undergoing ophthalmologic procedures (laser photocoagulation, injection of ranibizumab and vitrectomy) were randomized in two airway management groups: a) endotracheal intubation (ET) and b) i-gel LMA. The following parameters were monitored: saturation and heart rate (SpO₂, HR), % of leak, end-tidal CO₂ (EtCO₂), NIRS cerebral oxygenation (StO₂) and selected haemodynamic parameters measured with electrical impedance velocimetry (EIV). Anaesthesia was performed with sevoflurane and infusion of remifentanyl.

Results: 41 neonates were enrolled. There were no significant differences in corrected gestational age between groups (median 36.5 (range 30-58) vs 35 (range 33-44) weeks). LMA insertion time was shorter than the intubation time (median 6 (range 6-8) vs 8 (range 5-9)s, p<0.05). The leakage of anesthetic gases was significantly lower with LMA (median a) 17%(range 8-31%) vs b) 13%(range 3-15%), p<0.05). Complications were observed only in the group a) SpO₂<80% (25%), laryngeal spasm (10%), apnea>20s (15% of cases). Patients in group a) had significantly greater fluctuations in SpO₂ (SD 2.58 vs. 1.73, p<0.05), StO₂ (SD 4.51 vs 2.75, p< 0.05), HR (SD 6.01 vs 4.74, p<0.05), cardiac output (SD 21.28 vs 14.87, p<0.05) and stroke volume (SD 20.67 vs 7.96; p<0.05). After the procedure LMAs were removed sooner than endotracheal tubes (median 3.25 (range 2.7-3.7) vs 180 (range 60-1800) minutes, p<0.05).

Conclusion: Anaesthesia during neonatal eye surgery performed with LMA seems safe and effective. Lesser leak of gases and fewer respiratory complications were observed with LMA compared with endotracheal intubation. The use of a LMA was associated with more stable cerebral StO₂ and hemodynamic parameters. Application of LMA also seems to facilitate a sooner return to spontaneous breathing. These findings warrant further studies.

9. Piśmiennictwo

- ¹ Graham EQ. *The International Classification of Retinopathy of Prematurity Revisited*; Arch Ophthalmol. 2005; 123(7); 991-999.
- ² Lundgren P, Hard AL, Wilde A i wsp. *Implementing higher oxygen saturation targets reduced the impact of poor weight gain as a predictor for retinopathy of prematurity*. Acta Paediatrica. 2018; 107; 767–773
- ³ Hartnett ME. *Pathophysiology and Mechanisms of Severe Retinopathy of Prematurity*. Ophthalmology. 2015; 122(1); 200–210.
- ⁴ Liegl R, Löfqvist C, Hellström A, i wsp. *IGF-1 in retinopathy of prematurity, a CNS neurovascular disease*. Early Hum Dev. 2016; 102; 13–19.
- ⁵ Cansizoglu EA, Kalpathy-Cramer J, You S i wsp. *Analysis of underlying causes of inter-expert disagreement in retinopathy of prematurity diagnosis*. Methods Inf Med. 2015; 54(01); 93-102.
- ⁶ Lepore D, Quinn GE, Molle F i wsp. *Follow-up to Age 4 Years of Treatment of Type 1 Retinopathy of Prematurity Intravitreal Bevacizumab Injection versus Laser: Fluorescein Angiographic Findings*. Ophthalmology. 2018; 125 (2); 218-226.
- ⁷ Anderson BJ, Larsoson P, Lerman J. *Anesthesia and Ancillary Drugs and the Neonate*. Neonatal Anaesthesia. Springer, New York 2015; 61-130.
- ⁸ Kersbergen KJ, Makropoulos A, Aljabar P i wsp. *Longitudinal Regional Brain Development and Clinical Risk Factors in Extremely Preterm Infants*. J Pediatr. 2016; 176; 93-100.
- ⁹ Lindower JB. *Water balance in the fetus and neonate*. Sem in Fet and Neo Medic. 2017; 22(2); 71-75
- ¹⁰ Allegaert K, Calsteren KV. *Maternal, fetal, and neonatal pharmacokinetics*. Oxford Textbook of obstetric anaesthesia. Oxford 2016; 5; 68-76.
- ¹¹ Muhari-Stark E, Burckart GJ. *Glomerular Filtration Rate Estimation Formulas for Pediatric and Neonatal Use*. JPPT 2018; 23 (6); 424-431.
- ¹² Manowska M, Bartkowska-Śniadkowska A, Zielińska M i wsp. *The consensus statement of the Paediatric Section of the Polish Society of Anaesthesiology and Intensive Therapy on general anaesthesia in children under 3 years of age*. Anestezjologia I Intensywna Terapia 2013; 45(3); 125-140.

-
- ¹³ Adewale L. *Anatomy and assessment of the pediatric airway*. Paediatr Anaesth. 2009; 19; 1-8.
- ¹⁴ Samel SA, Morale SS. *Comparative study between LMA supreme with I-gel in anaesthetised adult patient on effectiveness and safety*. Int J Res Med Sci. 2017; 5(12); 5263-5267.
- ¹⁵ Pejovic N, Trevisanuto D, Lubulwa C i wsp. *Neonatal resuscitation using a laryngeal mask airway: a randomised trial in Uganda*. Arch Dis Child. 2018; 103(3); 255-260.
- ¹⁶ Ha U, Lee J, Kim M i wsp. *An EEG-NIRS Multimodal SoC for Accurate Anesthesia Depth Monitoring*. IEEE Journal of Solid- State Circuits. 2018; 53(6); 1830-1843.
- ¹⁷ Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD i wsp. *Bioelectrical impedance analysis--part I: review of principles and methods*. Clinical Nutrition. 2018; 23 (5); 1226–43.
- ¹⁸ Nusmeier A, van der Hoeven JG, Lemson J. *Cardiac output monitoring in pediatric patients*. Expert Rev Med Devices. 2010; 7(4); 503-17.
- ¹⁹ Trieu CT, Williams TM, Cannesson M i wsp. *Babies and Children at Last: Pediatric Cardiac Output Monitoring in the Twenty-first Century*. Anesthesiology. 2019; 130; 671-673.
- ²⁰ Tomaske M, Knirsch W, Kretschmar O i wsp. *Cardiac output measurement in children: comparison of Aesculon cardiac output monitor and thermodilution*. BJA 2008; 4; 517-520.
- ²¹ McGovern M, Miletin J. *Cardiac output Monitoring in Preterm Infants*. Front. Pediatr.; 2018; 6; 84.
- ²² Joosten A, Huynh T, Suehiro K i wsp. *Goal-Directed fluid therapy with closed-loop assistance during moderate risk surgery using noninvasive cardiac output monitoring: A pilot study*. Br J Anaesth. 2015; 114(6); 886-92.
- ²³ Cheng YW, Xu F, Li J. *Identification of volume parameters monitored with a noninvasive ultrasonic cardiac output monitor for predicting fluid responsiveness in children after congenital heart disease surgery*. Medicine (Baltimore). 2018; 97(39); e12289.

-
- ²⁴ Wang DJ, Lee IS, Chou AH i wsp. *Non-invasive cardiac output measurement with electrical velocimetry in patients undergoing liver transplantation: comparison of an invasive method with pulmonary thermodilution*. BMC Anesthesiology 2018; 138
- ²⁵ Nowak RM, Nanayakkara P, DiSomma S i wsp. *Noninvasive hemodynamic monitoring in emergency patients with suspected heart failure, sepsis and stroke: the PREMIUM registry*. West J Emerg Med. 2014; 15(7); 786-94.
- ²⁶ Magliocca A, Rezoagli E, Anderson TA i wsp. *Cardiac Output Measurements Based on the Pulse Wave Transit Time and Thoracic Impedance Exhibit Limited Agreement With Thermodilution Method During Orthotopic Liver Transplantation*. Anesth & Analg. 2018; 126(1); 85–92.
- ²⁷ Tanios M, Epstein S, Sauser S, Chi A. *Noninvasive Monitoring of Cardiac Output During Weaning From Mechanical Ventilation: A Pilot Study*. Am J Crit Care 2016; 25(3); 257-65.
- ²⁸ Hsu KH, Wu TW, Wu IH i wsp. *Baseline cardiac output and its alterations during ibuprofen treatment for patent ductus arteriosus in preterm infants*. BMC Pediatr. 2019; 19(1); 179
- ²⁹ Zakarias D, Marics G, Kovacs K i wsp. *Clinical application of the electric cardiometry based non-invasive ICON hemodynamic monitor*. Orv Hetil. 2018; 159(44); 1775-81.
- ³⁰ Moerman A, Wouters P. *Near infrared spectroscopy evaluated cerebral oxygenation during anesthesia*. Dan Med J. 2016; 63(12); B5318.
- ³¹ Szczapa J., Karpiński Ł., Szczapa T. *Spektroskopia w bliskiej podczerwieni w monitorowaniu hemodynamiki oraz utlenowania u noworodków*. Postępy Neonatologii 2012; 2; 125-128.
- ³² Tomita Y, Vialatte FB, Dreyfus G i wsp. *Biomodal BCI Using Simultaneously NIRS and EEG*. IEEE Trans Biomed Eng. 2014; 61(4); 1274-84.
- ³³ Guhathakurta D, Dutta A. *Computational Pipeline for NIRS-EEG joint Imaging of tDCS-Evoked Cerebral Responses- An Application Ischemic Stroke*. Front Neurosci. 2016; 10; 261.

-
- ³⁴ Barker JW, Panigrahy A, Huppert TJ. *Accuracy of oxygen saturation and total hemoglobin estimates in the neonatal brain using the semi-infinite slab model for FD-NIRS data analysis*. Biomed Opt Express. 2014; 5(12); 4300-12.
- ³⁵ Peng S, Boudes E, Tan X i wsp. *Does near-infrared spectroscopy identify asphyxiated newborns at risk of developing brain injury during hypothermia treatment?* Am J Perinatol. 2015; 32(6); 555-64.
- ³⁶ Gumulak R, Lucanova LC, Zibolen M. *Use of near- infrared spectroscopy (NIRS) in cerebral tissue oxygenation monitoring in neonates*. Biomed Pap Med Fac Univ Palacky Olomouc Czech Repub. 2017; 161(2); 128-33.
- ³⁷ Rhondali O, André C, Pouyau A i wsp. *Sevoflurane anesthesia and brain perfusion*. Paediatr Anaesth. 2015; 25(2); 180-5.
- ³⁸ Cheng HH, Ferradal SL, Vyas R I wsp. *Abnormalities in cerebral hemodynamics and changes with surgical intervention in neonates with congenital heart disease*. J Thorac Cardiovasc Surg. 2019; S0022-5223(19)31795-7.
- ³⁹ Rhondali O, André C, Pouyau A i wsp. *Sevoflurane anesthesia and brain perfusion*. Paediatr Anaesth. 2015; 25(2); 180-5
- ⁴⁰ Diaz Heijtz R. *Fetal, neonatal, and infant microbiome: Perturbations and subsequent effects on braindevelopment and behavior*. Semin Fetal Neonatal Med. 2016; 21(6); 410-417.
- ⁴¹ Vesoulis ZA, Mathur AM. *Cerebral Autoregulation, Brain Injury, and the Transitioning Premature Infant*. Front Pediatr. 2017; 5; 64.
- ⁴² Bansal S.C., Caoci S., Dempsey E i wsp. *The laryngeal Mask Airway and Its Use in Neonatal Resuscitation: A critical Review of Where We Are in 2017/2018?* Neonatology. 2018; 113; 152-161.
- ⁴³ Sanket B, Ramavakoda CY, Nishtala MR i wsp. *Comparison of Second-Generation Supraglottic Airway Devices (i-gel versus LMA ProSeal) During Elective Surgery in Children*. AANA J. 2015; 83(4); 275-80.
- ⁴⁴ Luce V1, Harkouk H, Brasher C i wsp. *Supraglottic airway devices vs tracheal intubation in children: a quantitative meta-analysis of respiratory complications*. Paediatr Anaesth. 2014; 24(10); 1088-98.

-
- ⁴⁵ Kohli M, Wadhawan S, Bhadoria P. *Comparative evaluation of I-gel vs. endotracheal intubation for adequacy of ventilation in pediatric patients undergoing laparoscopic surgeries.* J Anaesthesiol Clin Pharmacol. 2019; 35(1); 30-35.
- ⁴⁶ Tulgar S, Boga I, Cakiroglu B. *Short-lasting pediatric laparoscopic surgery: Are muscle relaxants necessary? Endotracheal intubation vs. laryngeal mask airway.* J Pediatr Surg. 2017; 52(11); 1705-1710.
- ⁴⁷ Parikh SS, Parekh SB, Doshi C i wsp. *ProSeal Laryngeal Mask Airway versus Cuffed Endotracheal Tube for Laparoscopic Surgical Procedures under General Anesthesia: A Random Comparative Study.* Anesth Essays Res. 2017; 11(4); 958–963.
- ⁴⁸ Fan CH, Peng B, Zang FC. *Influence of laryngeal mask airway insertion anesthesia on cognitive function after microsurgery in pediatric neurosurgery.* Our Rev Med Pharmacy Sci. 2017; 21(4); 37-42.
- ⁴⁹ Luce V, Harkouk H, Brasher C i wsp. *Supraglottic airway devices vs tracheal intubation in children: a quantitative meta-analysis of respiratory complications.* Paediatr Anaesth. 2014; 24(10); 1088-98.
- ⁵⁰ Drake-Brockman TF, Ramgolam A, Zhang G. *The effect of endotracheal tubes versus laryngeal mask airways on perioperative respiratory adverse events in infants: a randomised controlled trial.* Lancet. 2017; 389(10070); 701-708.
- ⁵¹ Acquaviva MA, Horn ND, Gupta SK. *Endotracheal intubation versus laryngeal mask airway for esophagogastroduodenoscopy in children.* J Pediatr Gastroenterol Nutr. 2014; 59(1); 54-6.
- ⁵² Mahdavi A, Razavi SS, Malekianzadeh B. *Comparison of the Peak Inspiratory Pressure and Lung Dynamic Compliance between a Classic Laryngeal Mask Airway and an Endotracheal Tube in Children Under Mechanical Ventilation.* Tanaffos. 2017; 16(4); 289-294.
- ⁵³ Luce V1, Harkouk H, Brasher C i wsp. *Supraglottic airway devices vs tracheal intubation in children: a quantitative meta-analysis of respiratory complications.* Paediatr Anaesth. 2014; 24(10); 1088-98.
- ⁵⁴ Kirpalani H, Moore AM, Perlman M, wyd.pol.p.red. prof. dr hab. n. med. Marii K. Kornackiej. *Residents Handbook of Neonatology.* Wydawnictwo MediPage, Warszawa 2009.

⁵⁵ J. Szczapa. *Neonatologia*. PZWL. Warszawa 2015.

⁵⁶ Dix LML, vBel F, Lemmers PMA. *Monitoring Cerebral Oxygenation in Neonates: An Update*. *Front Pediatr*. 2017; 5; 46.

⁵⁷ K-H Hsu, T-W Wu, Y-C Wang i wsp. *Hemodynamic reference for neonates of different age and weight: a pilot study with electrical cardiometry*. *J Perinatol*. 2016; 36(6); 481-5.

⁵⁸ Fister P, Grosek S. *Hemodynamic Monitoring in Neonates*. *Selected Topics in Neonatal Care*. *IntechOpen* 2017; 3 UR.

⁵⁹ Jiang J, Strauss R, Lu X. *Anaesthesia modalities during laser photocoagulation for retinopathy of prematurity: a retrospective, longitudinal study*. *BMJ Open*. 2017; 7; e013344.

⁶⁰ Miller JL, Johnson PN, Harkey K. *Sedation Protocol During Bevacizumab Intravitreal Injection in Preterm Infants With Retinopathy of Prematurity*. *J Pediatr Pharmacol Ther*. 2018; 23(1); 34-40.

⁶¹ Pinho DFR, Real C, Ferreira L. *Peribulbar block combined with general anesthesia in babies undergoing laser treatment for retinopathy of prematurity: a retrospective analysis*. *Brazil J Of Anesth*. 2018; 68(5); 431-436.

⁶² Ulgey A, Gunnes I, Bayram A i wsp. *Decreasing the need for mechanical ventilation after surgery for retinopathy of prematurity: sedoanalgesia vs. general anesthesia*. *Turk J Med Sci*. 2015;45(6); 1292-9.

⁶³ Sato Y, Oshiro M, Takemoto K i wsp. *Multicenter observational study comparing sedation/analgesia protocols for laser photocoagulation treatment of retinopathy of prematurity*. *J Perinatol*. 2015; 35(11); 965-9.

⁶⁴ Kataria M, Narang S, Chawla D i wsp. *Oral Dextrose for Pain Treatment Retinopathy of Prematurity under Topical Anesthesia*. *The Indian J Pediatr* 2015; 82; 694.

⁶⁵ Castellanos MA, Schwartz S, Leal R i wsp. *Pain assessment in premature infants treated with intravitreal antiangiogenic therapy for retinopathy of prematurity under topical anesthesia*. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2013; 251(2); 491-4.

⁶⁶ <https://pl.wikipedia.org/wiki/Orybazjusz>

⁶⁷ AM Unruh, PJ McGrath. *History of pain in children*. Oxford Textbook of Paediatric Pain. Oxford 2014; 12-14

⁶⁸ https://en.wikipedia.org/wiki/Faraj_ben_Salim

⁶⁹ https://pl.wikipedia.org/wiki/William_Morton

⁷⁰ https://en.wikipedia.org/wiki/Crawford_Long

⁷¹ Sekhar KC. *A Philatelic History of Anesthesiology*. J Anaesthesiol Clin Pharmacol. 2013; 29(1); 22.

⁷² Britto C, Jeasmine, P N Rao S. *Assesment of Neonatal Pain Durring Heel Prick: Lancet vs Needle- A randomized Controlled Study*. J Trop Pediatr. 2017; 63(5); 346-351.

⁷³ Verghese AT, Hannallah RS. *Acute pain management in children*. J Pain Res. 2010;3; 105-123.

⁷⁴ Rodkey EN, Riddell RP. *The Infancy of Infant Pain Research: The Experimental Origins of Pain Denial*. The J. of Pain. 2013; 14; 338-350.

⁷⁵ Dockeray GC. *Differentiation of B.diphtheriae*. Irish J.of Med.Scin. 1934; 9; 12

⁷⁶ Sherman M, Sherman I, Flory C. *Infant Behavior*. Comparative Psychology Monographs. 1936; 12(4); 1-107.

⁷⁷ McGraw M. *Neural Maturation as Exemplified in the Changing Reactions of the Infant to Pin Prick*. Child Development. 1941; 12(1); 31-42.

⁷⁸ https://en.wikipedia.org/wiki/Gordon_Jackson_Rees

⁷⁹ <https://wiadomosci.dziennik.pl/opinie/artykuly/496626,rigamonti-razy-2-anestezjolog-marcin-rawicz-o-leczeniu-bolu-u-dzieci.html>

⁸⁰ <https://soap.org/newsletters/1970.pdf>

⁸¹ Anand KJS, Sippell WG, Aynsley-Green A. *Randomised Trial of fentanyl anaesthesia in preterm babies undergoing surgery: effects on the stress response*. The Lancet. 1987; 329(8524); 62-66

⁸² Lester BM, Boukydis CFZ. *Infant Crying: Theoretical and Research Perspectives*. New York: Plenum. 1985.

⁸³ Anand KJS, Brown M, Bloom SR i wsp. *The metabolic and endocrine responses of neonates to surgical stress*. Jr Pediat.Research. 1984; 18; 1207.

⁸⁴ Anand KJS, Aynsley-Green A. *Does the newborn infant require potent anesthesia during surgery? Answers from a randomized trial of halothane anesthesia*. Pain res. and cli. manag. 1988; 3; 329-335.

⁸⁵ Simons SHP, Dijk M, Anand KS. *Do We Still Hurt Newborn Babies? A Prospective Study of Procedural Pain and Analgesia in Neonates*. Arch Pediatr Adolesc Med. 2003; 157(11); 1058-1064.

⁸⁶ Slater R, Cantarella A, Gallella S. *Cortical pain responses in human infants*. Journal of Neuroscience. 2006; 26(14); 3662-3666.

⁸⁷ Gato A, Alonso MI, Lamus F. *Neurogenesis: A process ontogenically linked to brain cavities and their content, CSF*. Semin Cell Dev Biol. 2019; 27S1084-9521(18); 30245-3.

⁸⁸ Liu Z, Wang X, Newman N. *Anatomical and diffusion MRI brain atlases of the fetal rhesus macaque brain at 85, 110 and 135 days gestation*. Neuroimage. 2019; 24; 116310.

⁸⁹ Mallory P, Zewen T., Jie Ch. *Neonatal Pain: Perceptions and Current Practise*. Crit.Care Nurs. Clin. Of N.Am. 2018; 30; 549-561.

⁹⁰ Allegaert K, van den Anker JN. *Perinatal and neonatal use of paracetamol for pain relief*. Semin Fetal Neonatal Med. 2017; 22(5); 308-313.

⁹¹ McPherson C. *Premedication for Endotracheal Intubation in the Neonate*. Neonatal Netw. 2018; 37(4); 238-247.

-
- ⁹² Durrmeyer X, Tourneux P, Dechartres A. *Premedication for Neonates Requiring Nonemergency Intubation-Reply*. JAMA. 2018; 320(11); 1199-1200.
- ⁹³ Allegaert K, van den Anker JN. *Neonatal pain management: still in search for the Holy Grail*. Int J Clin Pharmacol Ther. 2016; 54(7); 514-23.
- ⁹⁴ Fideler F, Grasshoff C. *Premedication for Neonates Requiring Nonemergency Intubation*. JAMA. 2018; 320(11); 1199.
- ⁹⁵ Pacifici GM. *Clinical pharmacology of fentanyl in preterm infants*. A review. Pediatr Neonatol. 2015; 56(3); 143-8.
- ⁹⁶ Norman E, Kindblom JM, Rane A. *Individual variations in fentanyl pharmacokinetics and pharmacodynamics in preterm infants*. Acta Paediatr. 2019; 108(8); 1441-1446.
- ⁹⁷ McPherson C, Haslam M, Pineda R. *Brain Injury and Development in Preterm Infants Exposed to Fentanyl*. Ann Pharmacother. 2015; 49(12); 1291-7.
- ⁹⁸ Ancora G, Lago P, Garetti E. *Follow-up at the corrected age of 24 months of preterm newborns receiving continuous infusion of fentanyl for pain control during mechanical ventilation*. Pain. 2017; 158(5); 840-845.
- ⁹⁹ Floyd CN, Warren JB. *Opioids out of control*. Br J Clin Pharmacol. 2018; 84(5); 813-815.
- ¹⁰⁰ Ziesenitz VC, Vaughns JD, Koch G i wsp. *Pharmacokinetics of Fentanyl and Its Derivatives in Children: A Comprehensive Review*. Clin Pharmacokinet. 2018; 57(2); 125-149.
- ¹⁰¹ Eleveld DJ, Proost JH, Vereecke H. *An Allometric Model of Remifentanyl Pharmacokinetics and Pharmacodynamics*. Anesthesiology. 2017; 126(6); 1005-1018.
- ¹⁰² Pan B, Huang S, Sun S. *The neuroprotective effects of remifentanyl on isoflurane-induced apoptosis in the neonatal rat brain*. Am J Transl Res. 2017; 9(10); 4521–4533.

-
- ¹⁰³ Cascone S, Lamberti G, Piazza O. *A physiologically-based model to predict individual pharmacokinetics and pharmacodynamics of remifentanyl*. Eur J Pharm Sci. 2018; 111; 20-28.
- ¹⁰⁴ Official FDA information, ULTIVA (remifentanyl hydrochloride) injection, powder, lyophilized, for solution, Micromedex™ [Updated 11 September 2009], Cerner Multum™ [Updated 18 September 2009], Wolters Kluwer™ [Updated 24 August 2009] Revised: March, 2009.
- ¹⁰⁵ Kisilewicz M, Rosenberg H, Vailancourt C. *Remifentanyl for procedural sedation: a systematic review of the literature*. Emerg Med J. 2017; 34(5); 294-301.
- ¹⁰⁶ Shi NJ, Zhang WX, Zhang N, Zhong LN, Wang LP. *Correlation of MDR1 gene polymorphisms with anesthetic effect of sevoflurane-remifentanyl following pediatric tonsillectomy*. Medicine (Baltimore). 2017; 96(24); e7002.
- ¹⁰⁷ Chaki T., Nawa Y, Tamashiro K. *Remifentanyl prevents increases of blood glucose and lactate levels during cardiopulmonary bypass in pediatric cardiac surgery*. Ann Card Anaesth. 2017; 20(1);33-37.
- ¹⁰⁸ Xiong HY, Liu Y, Shu DC. *Effects of Sevoflurane Inhalation During Cardiopulmonary Bypass on Pediatric Patients: A Randomized Controlled Clinical Trial*. ASAIO J. 2016; 62(1); 63-8.
- ¹⁰⁹ Sciusco A, Standing JF, Sheng Y. *Effect of age on the performance of bispectral and entropy indices during sevoflurane pediatric anesthesia: a pharmacometric study*. Paediatr Anaesth. 2017; 27(4); 399-408.
- ¹¹⁰ Liu X, Dingley J, Elstad M i wsp. *Minimum alveolar concentration (MAC) for sevoflurane and xenon at normothermia and hypothermia in newborn pigs*. Acta Anaesthesiol Scand. 2013; 57(5); 646-53.
- ¹¹¹ Brinkman EN, Stolwijk LJ, Lemmers PM. *A survey of the dose of inhalational agents used to maintain anaesthesia in infants*. Eur J Anaesthesiol. 2017; 34(3); 158-162.
- ¹¹² Balogh AL, Peták F, Fodor GH. *Sevoflurane Relieves Lung Function Deterioration After Cardiopulmonary Bypass*. J Cardiothorac Vasc Anesth. 2017; 31(6); 2017-2026.
- ¹¹³ Nanditha S, Kapoor PM, Sarin K. *Anesthesia challenges in patent ductus arteriosus stenting for congenital heart disease*. Ann Card Anaesth. 2017; 20(3); 389-390.

-
- ¹¹⁴ Nistor M, Behringer W, Schmidt M. *A Systematic Review of Neuroprotective Strategies during Hypovolemia and Hemorrhagic Shock*. *Int J Mol Sci*. 2017; 18(11); E2247.
- ¹¹⁵ Huang H., Liu CM, Sun J. *Repeated 2% sevoflurane administration in 7- and 60-day-old rats : Neurotoxicity and neurocognitive dysfunction*. *Anaesthesist*. 2017; 66(11); 850-857.
- ¹¹⁶ Zhou J, Iwasaki S, Yamakage M. *Time- and Dose-Dependent Effects of Desflurane in Sensitized Airways*. *Anesth Analg*. 2017; 124(2); 465-471.
- ¹¹⁷ Khan J, Liu M. Desflurane. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK537013/>
- ¹¹⁸ Kim EH, Song IK, Lee JH. *Desflurane versus sevoflurane in pediatric anesthesia with a laryngeal mask airway: A randomized controlled trial*. *Medicine (Baltimore)*. 2017; 96(35); e7977.
- ¹¹⁹ Hatch LD, Grubb PH, Lea AS i wsp. *Endotracheal Intubation In Neonates: A Prospective Study of Adverse Safety Events in 162 Infants*. *The Journal of Pediatrics*. 2016; 168; 62-66.
- ¹²⁰ Wallenstein MB, Brinie KL, Arain YH i wsp. *Failed endotracheal intubation and adverse outcomes among extremely low birth weight infants*. *Journal of Perinatology*. 2016; 36; 112-115.
- ¹²¹ Löllgen RMC, Pontin J, Gow M i wsp. *Adverse events and risk factors during emergency intubation in a tertiary paediatric emergency department*. *Eur J Emerg Med*. 2018; 25(3); 209-215.
- ¹²² Banasal S.C., Caoci S, Dempsey E i wsp. *The Laryngeal Mask Airway and Its Use in Neonatal Resuscitation: A Critical Review of Where We Are in 2017/2018*. *Neonatology*. 2018; 113(2); 152-161.
- ¹²³ Pinheiro JM, Santana- Rivas Q, Pezzano C. *Randomized trial of laryngeal mask versus endotracheal intubation for surfactant delivery*. *J Perinatol* 2016; 36(3); 196-201.
- ¹²⁴ Calevo MG, Veronese N, Cavallin F i wsp. *Supraglottic airway devices for surfactant treatment: systemic review and metaanalysis*. *J Perinatol* 2019; 39(2); 173-183.
- ¹²⁵ Barbosa RF, Simoes E Silva AC, Silva YP. *A randomized controlled trial of the laryngeal mask airway for surfactant administration in neonates*. *J Pediatr (Rio J)*. 2017; 93(4); 343-350.

-
- ¹²⁶ Piersigili F, Di Pede A, Catena G i wsp. *Propofol and fentanyl sedation for laser treatment of retinopathy of prematurity to avoid intubation*. J Matern Fetal Neonatal Med. 2019; 32(3); 517-521.
- ¹²⁷ Magne C, Pichenot V, Didier P. *What are the factors associated with successful l-gel™ insertion and uneventful anaesthesia in children under age two?* Anaesth Crit Care Pain Med. 2017; 36(3); 171-177.
- ¹²⁸ Qureshi MJ, Kumar M. *Laryngeal mask airway versus bag-mask ventilation or endotracheal intubation for neonatal resuscitation*. Cochrane Database of Systematic Reviews 2018, 3; CD003314.
- ¹²⁹ Davidson A, Sun LS. *Clinical Evidence for Any Effect of Anesthesia on the Developing Brain*. Anesth. 2018; 128(4); 840-853.
- ¹³⁰ Davidson AJ, Disma N, de Graff JC. *Neurodevelopmental outcome at 2 years of age general anaesthesia and awake-regional anaesthesia in infancy (GAS): an international multicentre, randomised trial*. The Lancet. 2016; 387(100015); 239-250.
- ¹³¹ Andropoulos DB. *Effect of Anesthesia on the Developing Brain: Infant and Fetus*. Fetal Diagn Ther. 2018; 43(1); 1-11.
- ¹³² Adler AC, Chen K, Andropoulos DB. *Safety of Anesthetics in Children*. J Am Coll Surg. 2017; 224(5); 1000-1001.
- ¹³³ Michels P, Bräuer A, Bauer M i wsp. *Neurophysiological monitoring during surgical procedures*. Anaesthesist. 2017; 66(9); 645-659.
- ¹³⁴ Scolletta S, Franchi F, Romagnoli S. i wsp. *Comparison Between Doppler-Echocardiography and Uncalibrated Pulse Contour Method for Cardiac Output Measurement: A Multicenter Observational Study*. Critical Care Medicine. 2016; 44(7); 1370–1379.
- ¹³⁵ García-Fernández J, Romero A, Blanco A i wsp. *Recruitment manoeuvres in anaesthesia: How many more excuses are there not to use them?* Revista Española de Anestesiología y Reanimación (English Edition). 2018; 4(65); 209-217.

-
- ¹³⁶ Trieu CT, Williams TM. *Babies and Children at Last: Pediatric Cardiac Output Monitoring in the Twenty-first Century*. *Anesthesiology* 5 2019; 130; 671-673.
- ¹³⁷ Cote CJ, Sui J, Anderson TA. *Continuous noninvasive cardiac output in children: is this next generation of operating room monitors? Initial experience in 402 pediatric patients*. *Paediatr Anaesth*. 2015; 25(2); 150-9.
- ¹³⁸ Juri T, Suehiro K, Tsujimoto S. *Pre-anesthetic stroke volume variation can predict cardiac output decrease and hypotension during induction of general anesthesia*. *J Clin Monit Comput*. 2018; 32(3); 415-22.
- ¹³⁹ Hasanin A, Soryal R, Kaddah T. *Hemodynamic effects of lateral tilt before and after spinal anesthesia during cesarean delivery: an observational study*. *BMC Anesthesiol*. 2018; 18(1);8.
- ¹⁴⁰ de Lahunta A, Glass EN, Kent M. *Embryonic Development of the Central Nervous System*. *Vet Clin North Am Small Anim Pract*. 2016; 46(2); 193-216.
- ¹⁴¹ Tay TL, Savage JC, Hui CW i wsp. *Microglia across the lifespan: from origin to function in brain development, plasticity and cognition*. *J Physiol*. 2017; 595(6); 1929-1945.
- ¹⁴² Rhee CJ, da Costa CS, Austin T i wsp. *Neonatal cerebrovascular autoregulation*. *Pediatr Res*. 2018; 84(5); 602-610.
- ¹⁴³ Sanders RD, Andropoulos D, Ma D i wsp. *Theseus, the Labyrinth, and the Minotaur of anaesthetic-induced developmental neurotoxicity*. *Br J Anaesth*. 2017; 119(3); 453-455.
- ¹⁴⁴ Brady KM, Mery CM. *Cerebral autoregulation: Making sense of the nonsensical*. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2017; 154(3); 1045-1046.
- ¹⁴⁵ Andropoulos DB, Greene MF. *Anesthesia and Developing Brains - Implications of the FDA Warning*. *N Engl J Med*. 2017; 376(10); 905-907.
- ¹⁴⁶ Brady K, Andropoulos DB, Kibler K i wsp. *A New Monitor of Pressure Autoregulation: What Does It Add?* *Anesth Analg*. 2015; 121(5); 1121-3.

-
- ¹⁴⁷ Elisabeth M. W. Kooij, Elise A. i wsp. *Measuring cerebrovascular autoregulation in preterm infants using near-infrared spectroscopy: an overview of the literature*. Expert Review of Neurotherapeutics, 2017; 17(7); 801-818.
- ¹⁴⁸ Hyttel-Sørensen S, Greisen G, Als-Nielsen B i wsp. *Cerebral near-infrared spectroscopy monitoring for prevention of brain injury in very preterm infants*. Cochrane Database Syst Rev 2017; 2: CD011506.
- ¹⁴⁹ Sood BG, McLaughlin K, Cortez J. *Near-infrared spectroscopy: applications in neonates*. Semin Fetal Neonatal Med. 2015; 20(3); 164-72.
- ¹⁵⁰ Mayer, Benjamin Pohl, Moritz. i wsp. *Cerebral oxygenation and desaturations in preterm infants – a longitudinal data analysis*. Journal of Neonatal-Perinatal Medicine. 2107; 10; 267-273.
- ¹⁵¹ Kussman B, Laussen P, Benni P i wsp. *Cerebral Oxygen Saturation in Children With Congenital Heart Disease and Chronic Hypoxemia*. Anesthesia & Analgesia. 2017; 125(1); 234–240.
- ¹⁵² Tian F, Jenks C, Potter D i wsp. *Regional Cerebral Abnormalities Measured by Frequency-Domain Near-Infrared Spectroscopy in Pediatric Patients During Extracorporeal Membrane Oxygenation*. ASAIO J. 2017; 63(5); e52-e59.



UNIwersytet Medyczny Im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu

Komisja Bioetyczna przy Uniwersytecie Medycznym
Im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu

Collegium Stomatologicum
ul. Bukowska 70
60-812 Poznań

tel. (+48 61) 854 73 36
www.bioetyka.ump.edu.pl

Uchwała nr 136/18

Na podstawie przepisów Ustawy z dnia 5 grudnia 1996 r. o zawodach lekarza i lekarza dentystry (t.j. Dz. U. z 2017, poz. 125 z późn. zm.); Rozporządzenia Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 11 maja 1999r. w sprawie szczegółowych zasad powoływania i finansowania oraz trybu działania komisji bioetycznych (Dz. U. Nr 47, poz. 480); Ustawy z dnia 6 września 2001r. Prawo farmaceutyczne (t.j. Dz. U. z 2016, poz. 2142 z późn. zm.); Rozporządzenia Ministra Finansów z dnia 30 kwietnia 2004r. w sprawie obowiązkowego ubezpieczenia odpowiedzialności cywilnej badacza i sponsora (Dz. U. 2004 nr 101, poz. 1034 z późn. zm.); Rozporządzenia Ministra Finansów z dnia 18 maja 2005r. zmieniające rozporządzenie w sprawie obowiązkowego ubezpieczenia odpowiedzialności cywilnej badacza i sponsora (Dz. U. Nr 101, poz. 845); Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 30 kwietnia 2004r. w sprawie sposobu prowadzenia badań klinicznych z udziałem małoletnich (Dz. U. 2004 Nr 104, poz. 1108); Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 30 kwietnia 2004r. w sprawie zgłaszania niespodziewanego ciężkiego niepożądanego działania produktu leczniczego (Dz. U. Nr 104, poz. 1107); Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 17 lutego 2016 r. I w sprawie wzorów wniosków związanych z badaniem klinicznym wyrobu medycznego lub aktywnego wyrobu medycznego do implantacji oraz wysokości opłat za złożenie tych wniosków (Dz. U. z 2016 r., poz. 208); Ustawy z dnia 20 maja 2010 r. o wyrobach medycznych (t.j. Dz. U. z 2017r. poz. 211, z późn. zm.); Rozporządzenie Ministra Finansów z dnia 6 października 2010 r. w sprawie obowiązkowego ubezpieczenia odpowiedzialności cywilnej sponsora i badacza klinicznego w związku z prowadzeniem badania klinicznego wyrobów (Dz. U. 2010, Nr 194 poz. 1290); Ustawy z dnia 18 marca 2011 r. o Urzędzie Rejestracji Produktów Leczniczych, Wyrobów Medycznych i Produktów Biobójczych (t.j. Dz.U. z 2016 r., poz. 1718); Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 2 maja 2012r. w sprawie Dobrej Praktyki Klinicznej (Dz. U. 2012, poz. 489); Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 2 maja 2012r. w sprawie wzorów dokumentów przedkładanych w związku z badaniem klinicznym produktu leczniczego oraz w sprawie wysokości i sposobu uiszczania opłat za złożenie wniosku o rozpoczęcie badania klinicznego (Dz. U. 2012, Nr 0 poz. 491); w oparciu o Deklarację Helsińską - Zasady Etycznego Postępowania w Eksperymentach Medycznym z Udziałem Ludzi oraz przepisy ICH GCP.

Komisja Bioetyczna, na posiedzeniu w dniu 01 lutego 2018 r.

rozpatrzyła wniosek dotyczący prowadzenia badań naukowych.

Kierownik projektu: dr hab. n. med. Michał Gaca

Miejsce prowadzenia badań:

Klinika Anestezjologii w Położnictwie i Ginekologii

Uniwersytetu Medycznego w Poznaniu

Główny badacz: lek. med. Małgorzata Domagalska

Członkowie zespołu

badawczego: dr hab. n. med. Tomasz Szczapa

dr hab. n. med. Jan Mazela

lek. med. Maciej Czech

lek. med. Tomasz Wojciechowicz

Temat badań:



„Maska krtaniowa i-gel vs intubacja dotchawicza w znieczuleniu ogólnym do zabiegów okulistycznych noworodka”.

Komisja wydała uchwałę o pozytywnym zaopiniowaniu tego wniosku

Przewodniczący Komisji

prof. zw. dr hab. med. Paweł Chęciński

Podpisy członków Komisji Biologicznej podejmujących Uchwałę nr 12/518 z dnia 01.02.2018r.

Lp.	Imię i Nazwisko	Specjalność	Miejsce Pracy	Podpis
1.	Przewodniczący Komisji prof. dr hab. Paweł Chęciński	chirurgia ogólna, naczyniowa i angiologia	Klinika Chirurgii Ogólnej i Naczyniowej oraz Angiologii UMP, ZOZ MSWiA, ul. Dojazd 34, 60-631 Poznań.	
2.	Z-ca Przewodniczącego Komisji prof. dr hab. Janusz Wiśniewski	filozof	Wydział Nauk Politycznych i Dziennikarstwa UAM, ul. Umultowska 89A, 61-614 Poznań.	
3.	prof. dr hab. Zygmunt Adamski	dermatologia i wenerologia	Katedra i Klinika Dermatologii UMP, ul. Przybyszewskiego 49, 60-355 Poznań	-----
4.	dr Krystyna Babiak	prawnik	Kancelaria Rady Prawnego, dr Krystyna Babiak, ul. Czartoria 1/2, 61-102 Poznań.	
5.	prof. dr hab. Maciej Krawczyński	genetyka kliniczna, okulistyka	Katedra i Zakład Genetyki Medycznej UMP, ul. Rokietnicka 8, 60-806 Poznań.	
6.	mgr Jolanta Łojko-Kołodziejczak	pielęgniarka	Pielęgniarka Oddziałowa Izby Przyjęć Pediatrii Szpitala Klinicznego im. Karola Jonschera UMP, ul. Szpitalna 27/33, 60-572 Poznań.	
7.	mgr Krystyna Malinger	farmaceuta	Apteka Ginekologiczno-Położniczego Szpitala Klinicznego UMP, ul. Polna 33, 60-535 Poznań.	
8.	prof. dr hab. Andrzej Marszałek	patomorfologia	Katedra i Zakład Patologii i Profilaktyki Nowotworów UMP, ul. Garbary 15, 61-866 Poznań.	
9.	prof. dr hab. Maciej Owecki	choroby wewnętrzne, endokrynologia	Zakład Zdrowia Publicznego UMP, ul. Dąbrowskiego 79, 60-529 Poznań.	
10.	prof. dr hab. Wojciech Służewski	pediatria, neurologia dziecięca, choroby zakaźne	Klinika Chorób Zakaźnych i Neurologii Dziecięcej UMP, ul. Szpitalna 27/33, 60-572 Poznań.	
11.	prof. dr hab. Robert Spaczyński	ginekologia i położnictwo	Klinika Niepłodności i Endokrynologii Rozrodo UMP, ul. Polna 33, 60-535 Poznań.	
12.	dr med. Piotr Tomczak	onkologia kliniczna, radioterapia	Klinika Onkologii UMP, ul. Szamarzewskiego 82/84, 60-569 Poznań.	
13.	prof. dr hab. Joanna Twarowska-Hauser	psychiatria	Klinika Psychiatrii Dorosłych, Zakład Genetyki w Psychiatrii UMP, ul. Rokietnicka 8, 60-806 Poznań.	
14.	ks. prof. dr hab. Jerzy Troska	teologia, etyka	Wydział Teologiczny UAM, ul. Wieżowa 2/4, 61-111 Poznań.	-----
15.	prof. dr hab. Henryk Wysocki	choroby wewnętrzne, kardiologia	Wysza Szkoła Pedagogiki i Administracji im. Mieszka I w Poznaniu, ul. Bułgarska 55, 60-320 Poznań.	