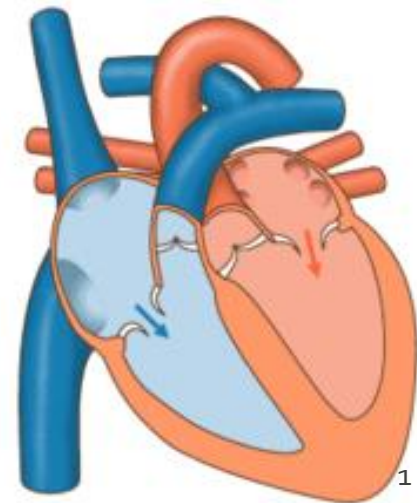
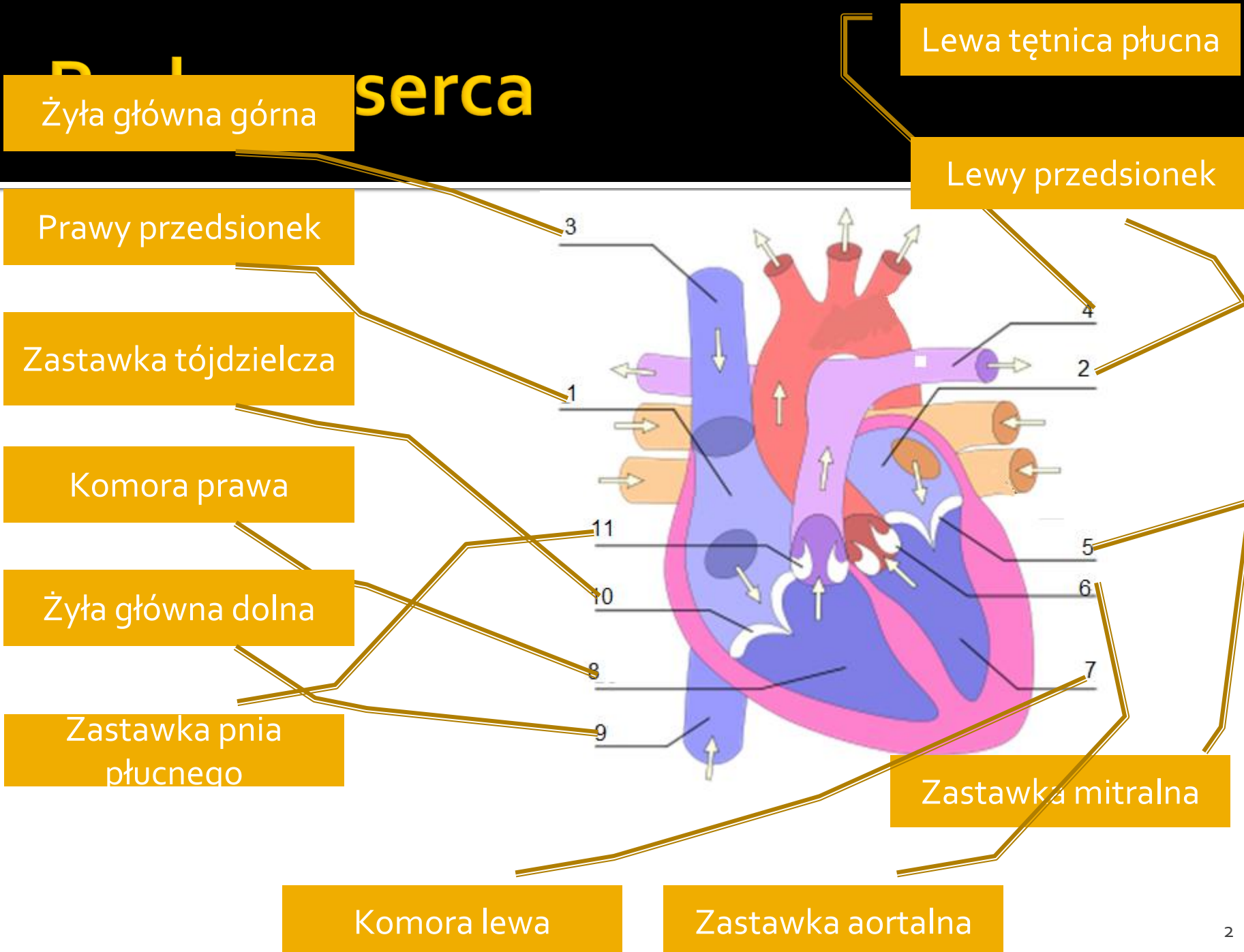


Praktyczna i nieinwazyjna metoda wykrywania skłonności do występowania zaburzeń ciśnienia u dzieci

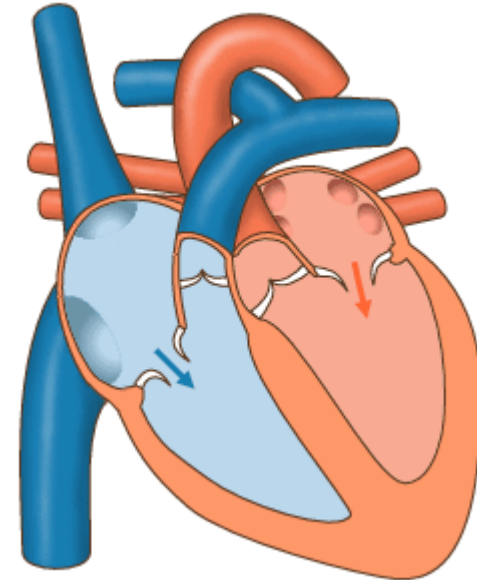


Praca serca



Jak działa serce

- Pauza
- Skurcz przedsionków
- Zamknięcie zastawek
- Skurcz komór
- Rozkurcz komór



Ciśnienie krwi

Ciśnienie skurczowe - podczas skurczu (systole) krew wyrzucana jest z komór do tętnic

Ciśnienie rozkurczowe - w czasie rozkurczu (diastole) krew napływa z przedsionków do komór.

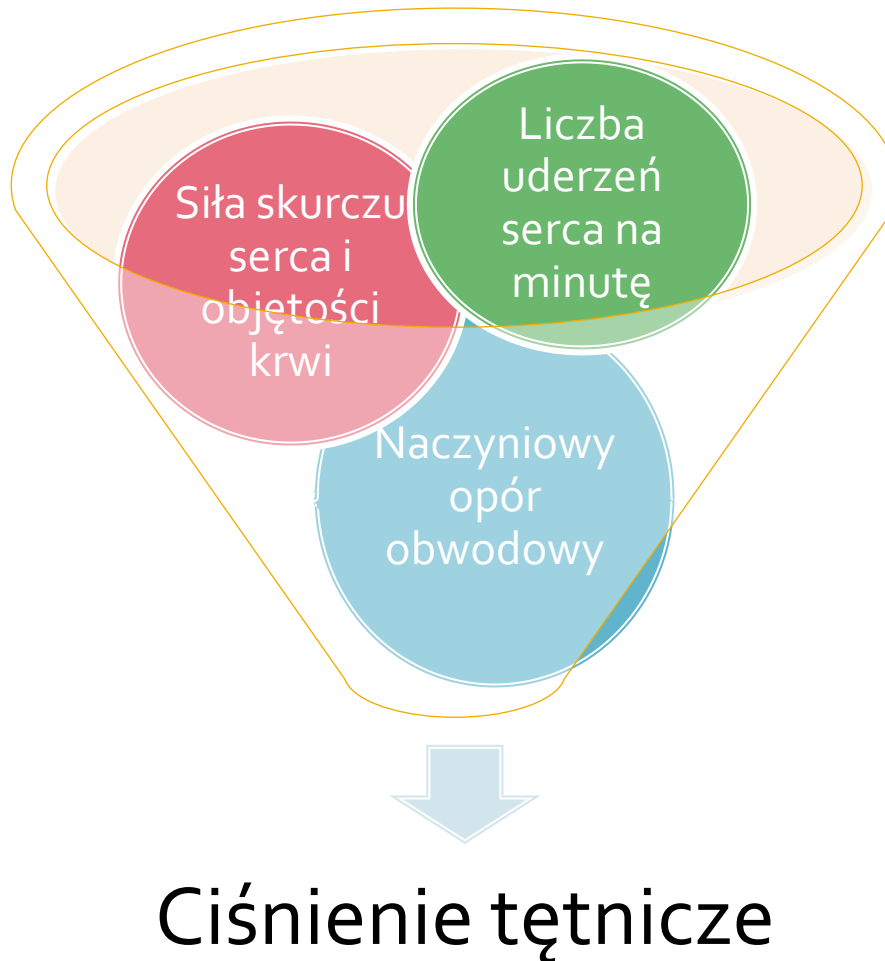
Tętno - faliste odkształcenie tętnicy podczas skurczu serca

Częstość tętna - ilość uderzeń serca na minutę

W warunkach normalnych serce człowieka wykonuje około **60-80 skurczów na minutę**

Tętno u dzieci jest wyższe i zmienia się w zależności od wieku.

Czynniki determinujące wysokość ciśnienia tętniczego



Prawidłowy pomiar ciśnienia tętniczego u dzieci

WARUNKI NIE SĄ SPEŁNIONE W GABINECIE LEKARSKIM

- co najmniej 30 min przed pomiarem bez jedzenia i picia
- pacjent wypoczęty
- ciepłe pomieszczenie
- pacjent siedzi na krześle
- odwiedzione całkowicie odkryte ramię i ułożone tak aby mankiet aparatu można było umieścić „na wysokości serca”
- pomiaru dokonuje się na prawym ramieniu
- pomiar wykonany trzykrotnie podczas wizyty w odstępach kilkuminutowych

Rodzaje aparatów do pomiaru ciśnienia krwi

- manometry rtęciowe
- manometry sprężynowe
- manometry elektroniczne (półautomatyczne)
- pomiary ciśnienia metodą ultrasonograficzną (ultradźwiękową)

Mankiety

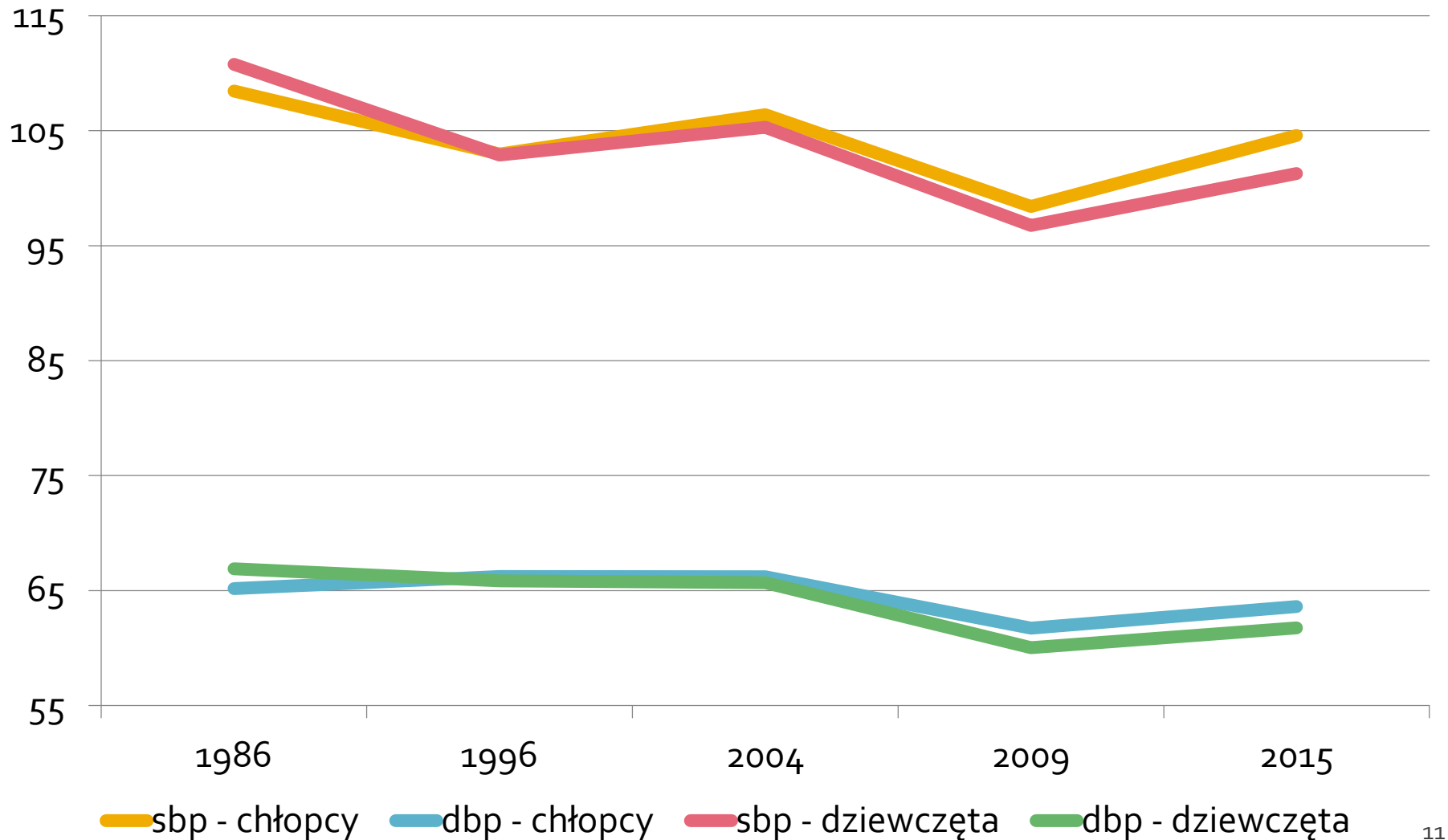
Wielkość mankietu	Szerokość (cm)	Długość (cm)
Noworodki	2,5-4,0	5,0-9,0
Niemowlęta	4,0-6,0	11,5-18,0
Dzieci	7,5-9,0	17,0-19,0
Młodzież	11,5-13,0	22,0-26,0
Szerokie ramię (dorośli z prawidłową masą ciała)	14,0-15,0	30,0-33,0
Grube ramię (dorośli z nadwagą i otyłością)	18,0-19,0	36,0-38,0

Zbyt wąski mankiety powoduje znacznie większy błąd pomiaru niż mankiety zbyt szerokie

Ciśnienie skurczowe i rozkurczowe chłopców i dziewczynek 1986 - 2015

♂	sbp					dbp					♀	sbp					dbp				
	wiek	rok	\bar{x}	sd	\bar{x}	sd	wiek	rok	\bar{x}	sd		\bar{x}	sd	wiek	rok	\bar{x}	sd	\bar{x}	sd		
10	1986	108,44	9,31	65,18	7,37	10	1986	110,77	11,75	66,89	7,95										
	1996	102,97	12,84	66,23	8,68	10	1996	102,89	13,59	65,84	8,79										
	2004	106,4	7,73	66,2	6,53	10	2004	105,3	8,38	65,7	6,9										
	2009	98,41	6,83	61,74	5,57	10	2009	96,75	5,89	60,04	4,65										
	2015	104,58	9,21	63,61	7,55	10	2015	101,27	5,91	61,75	4,21										

Ciśnienie skurczowe i rozkurczowe chłopców i dziewczynek 1986 - 2015



Odsetek nadciśnienia w Polsce

- Dorośli
40-50% populacji
- Dzieci
2-15% populacji

Przyczyny nadciśnienia u dzieci

Tabela 3. Przyczyny nadciśnienia tętniczego u dzieci

wiek	przyczyna
1-6 r. ż.	Choroba miąższu nerek (zmiany strukturalne, zapalne, guzy), koarktacja aorty, zwężenie tętnicy nerkowej, hiperkalcemia, choroby tarczycy, nadmiar mineralokortykoidów
6-10 r. ż.	Zwężenie tętnicy nerkowej, choroby miąższu nerek, nadciśnienie pierwotne, choroby tarczycy, guz chromochłonny, neurofibromatoza i inne (ww.)
powyżej 10 r. ż.	Nadciśnienie pierwotne, choroby miąższu nerek, inne (ww.)



Centyle ciśnienia skurczowego i rozkurczowego wg wieku (mmHg) - dziewczęta.

wiek	Ciśnienie skurczowe centyle									Ciśnienie rozkurczowe centyle								
	1	5	10	25	50	75	90	95	99	1	5	10	25	50	75	90	95	99
7	82	87	90	95	101	107	113	117	125	43	48	50	55	60	65	69	72	78
8	83	88	91	96	102	109	115	119	126	44	48	51	55	60	65	70	73	78
9	84	90	93	98	104	110	116	120	128	44	49	51	56	61	66	71	73	79
10	86	91	94	99	105	112	118	122	130	45	50	52	56	61	66	71	74	79
11	87	93	96	101	107	114	120	124	132	46	50	53	57	62	67	72	75	80
12	89	94	97	103	109	116	122	127	135	46	51	54	58	63	68	73	75	81
13	90	96	99	104	111	118	125	129	137	47	52	54	59	64	69	73	76	82
14	91	97	100	106	112	119	126	130	139	48	53	55	59	64	69	74	77	82
15	92	97	101	106	113	120	127	131	139	48	53	56	60	65	70	74	77	83
16	92	98	101	106	113	120	127	131	139	49	53	56	60	65	70	74	77	83
17	92	97	101	106	113	120	127	131	139	49	54	56	60	65	70	75	77	83
18	92	97	100	106	112	119	126	130	139	50	54	57	61	65	70	75	78	83

Kryteria ustalenia prawidłowego ciśnienia tętniczego u dzieci

Ciśnienie	
Niskie	poniżej 5 centyla
Prawidłowe	5 – 90 centyl
Podwyższone	90 – 95 centyl
Nadciśnienie	95 centyl i powyżej

Kryteria ustalenia prawidłowego ciśnienia tętniczego u dzieci

- Jeżeli

sbp i *dbp* = niskie \Rightarrow niskie

sbp lub *dbp* = norma \Rightarrow norma

sbp lub *dbp* = podwyższone \Rightarrow podwyższone

sbp lub *dbp* = nadciśnienie \Rightarrow nadciśnienie

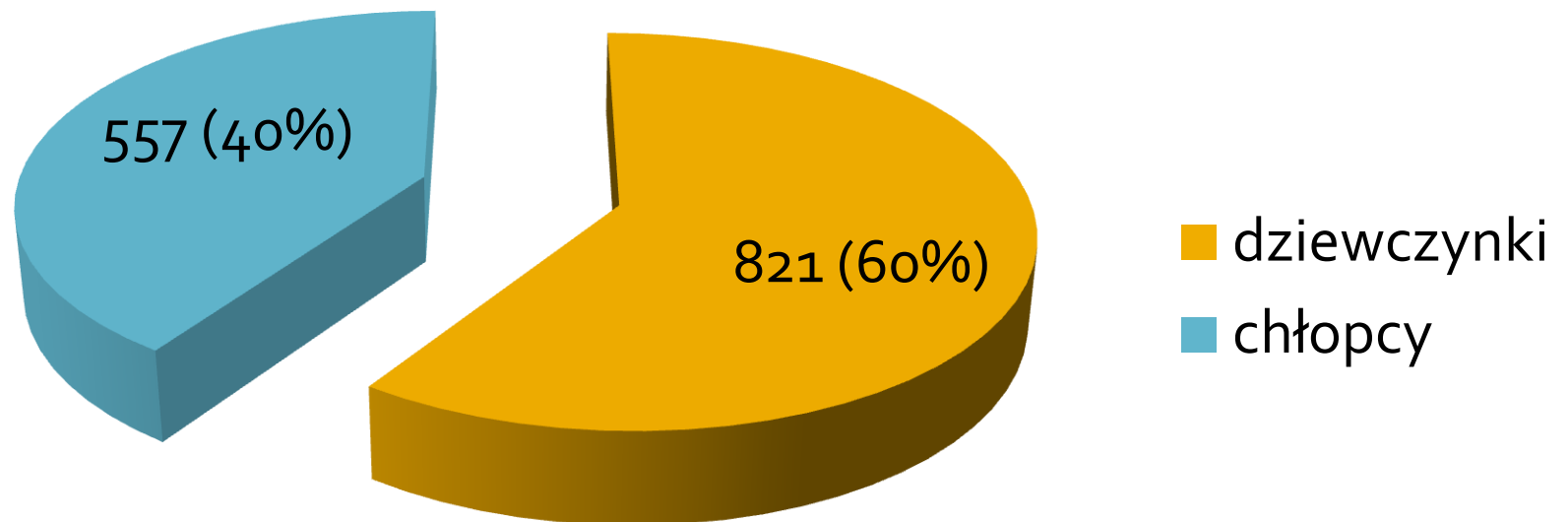
**Określenie prawidłowego ciśnienia
krwi u dziecka jest niezwykle
kłopotliwe**

Materiał badany (2009 rok)

- Dzieci z Wielkopolskich szkół
- Wiek 7 – 18 lat
- Brak przewlekłych chorób nerek, serca, endokrynologicznych *(kryteria włączania i wyłączenia z badań ustalali lekarze pediatrzy)*

Wiek (w latach)	Chłopcy		Dziewczynki		Razem	
	n	%	n	%	n	%
7	24	2%	20	1%	44	3%
8	63	5%	74	5%	137	10%
9	46	3%	40	3%	86	6%
10	46	3%	41	3%	87	6%
11	45	3%	60	4%	105	8%
12	45	3%	77	6%	122	9%
13	37	3%	60	4%	97	7%
14	20	1%	25	2%	45	3%
15	15	1%	22	2%	37	3%
16	58	4%	112	8%	170	12%
17	60	4%	114	8%	174	13%
18	98	7%	176	13%	274	20%
Razem	557	40%	821	60%	1378	100%

Materiał



Pomierzone parametry u dziecka

- Wiek
- Płeć
- Obwody:
 - Talii
 - Ramienia
 - Uda
 - Biodra
- Waga
- Wzrost
- Tętno
- Ciśnienie skurczowe
- Ciśnienie rozkurczowe

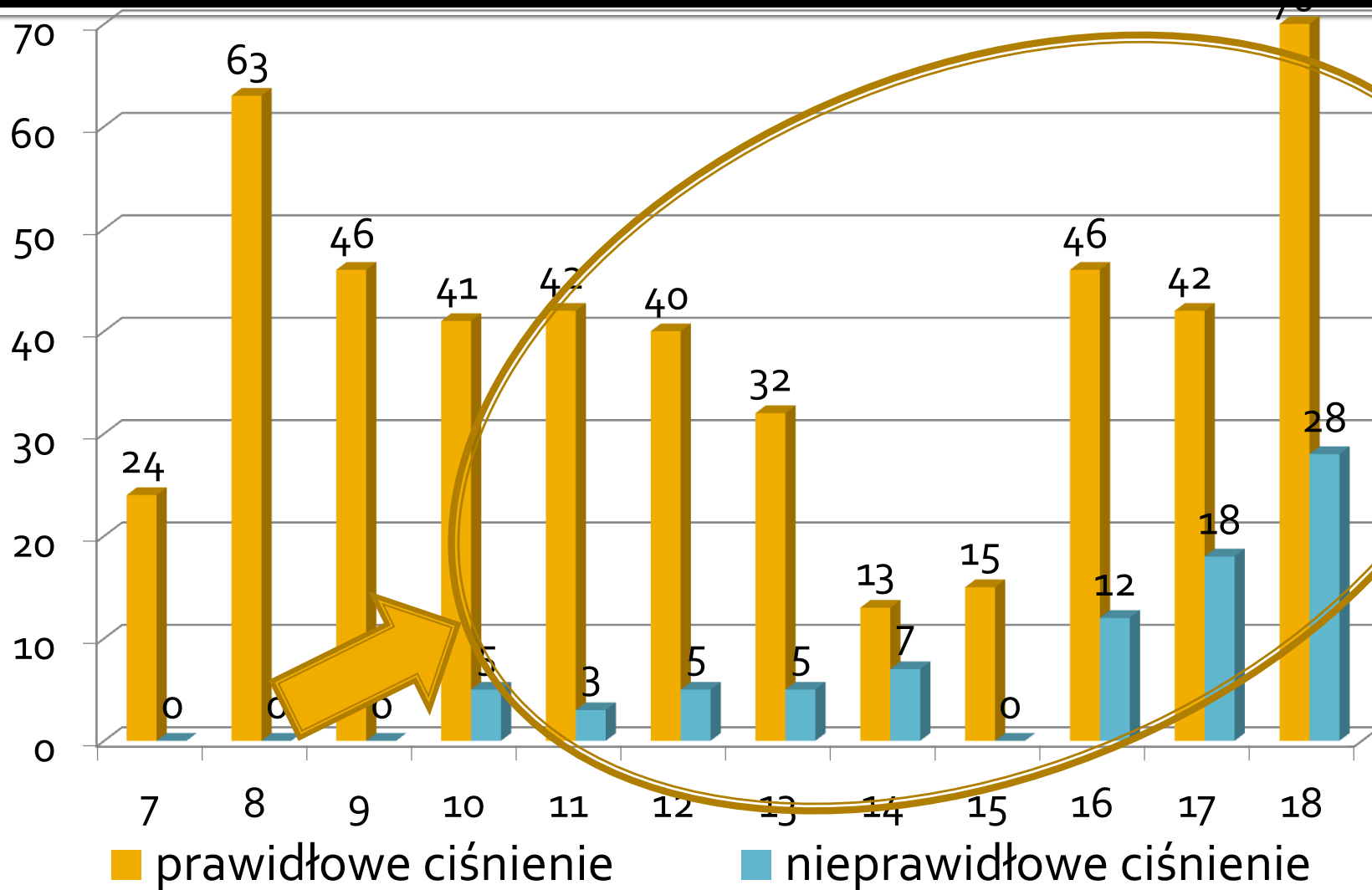
Wskaźniki antropometryczne

- Queteleta $WQ = \frac{\textit{masa ciala [g]}}{\textit{wzrost [cm]}}$.
- Body Mass Index $BMI = \frac{\textit{masa ciala [kg]}}{\textit{wzrost}^2 \textit{ [m}^2\textit]}}$.
- Rohrera $WR = \frac{\textit{masa ciala [kg]} \cdot 10^5}{\textit{wzrost}^3 \textit{ [cm}^3\textit]}}$.
- Body Mass Coefficient $WMC = \frac{\textit{masa ciala}^{1,425} \textit{ [kg}^{1,425}\textit]}{\textit{wzrost}^{1,275} \textit{ [cm}^{1,275}\textit]}} \cdot 71,84$.

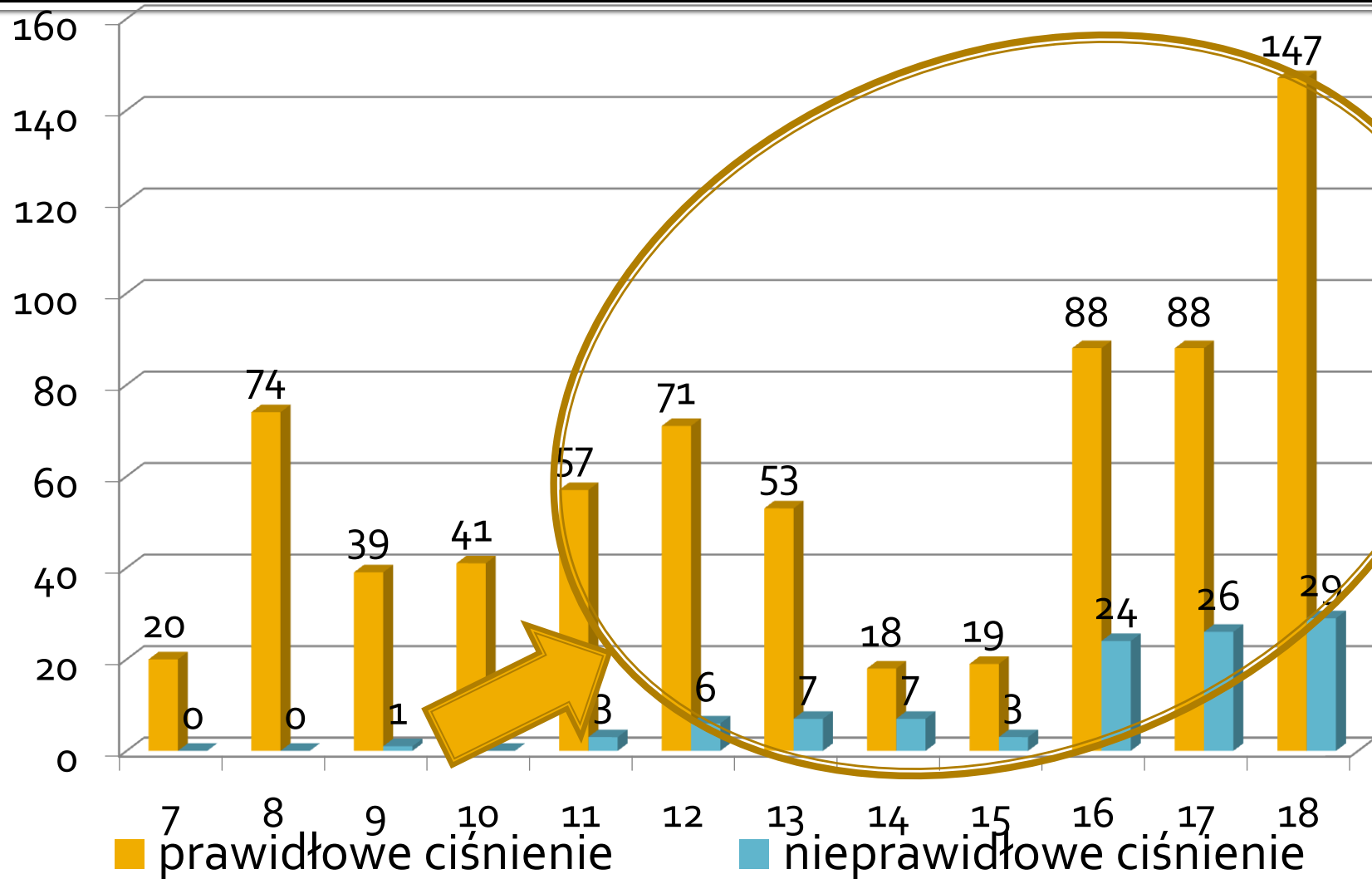
Podział na dzieci z prawidłowym i nieprawidłowym ciśnieniem krwi

	prawidłowe	nieprawidłowe
Chłopcy (%)	474 (85%)	83 (15%)
Dziewczęta (%)	715 (87%)	106 (13%)

Podział na grupy u chłopców



Podział na grupy u dziewczynek



Rozkład ciśnienia w poszczególnych grupach wiekowych u chłopców

wiek	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
prawidłowe	24	63	46	41	42	40	32	13	15	46	42	70
nieprawidłowe	0	0	0	5	3	5	5	7	0	12	18	28
Suma	24	63	46	46	45	45	37	20	15	58	60	98

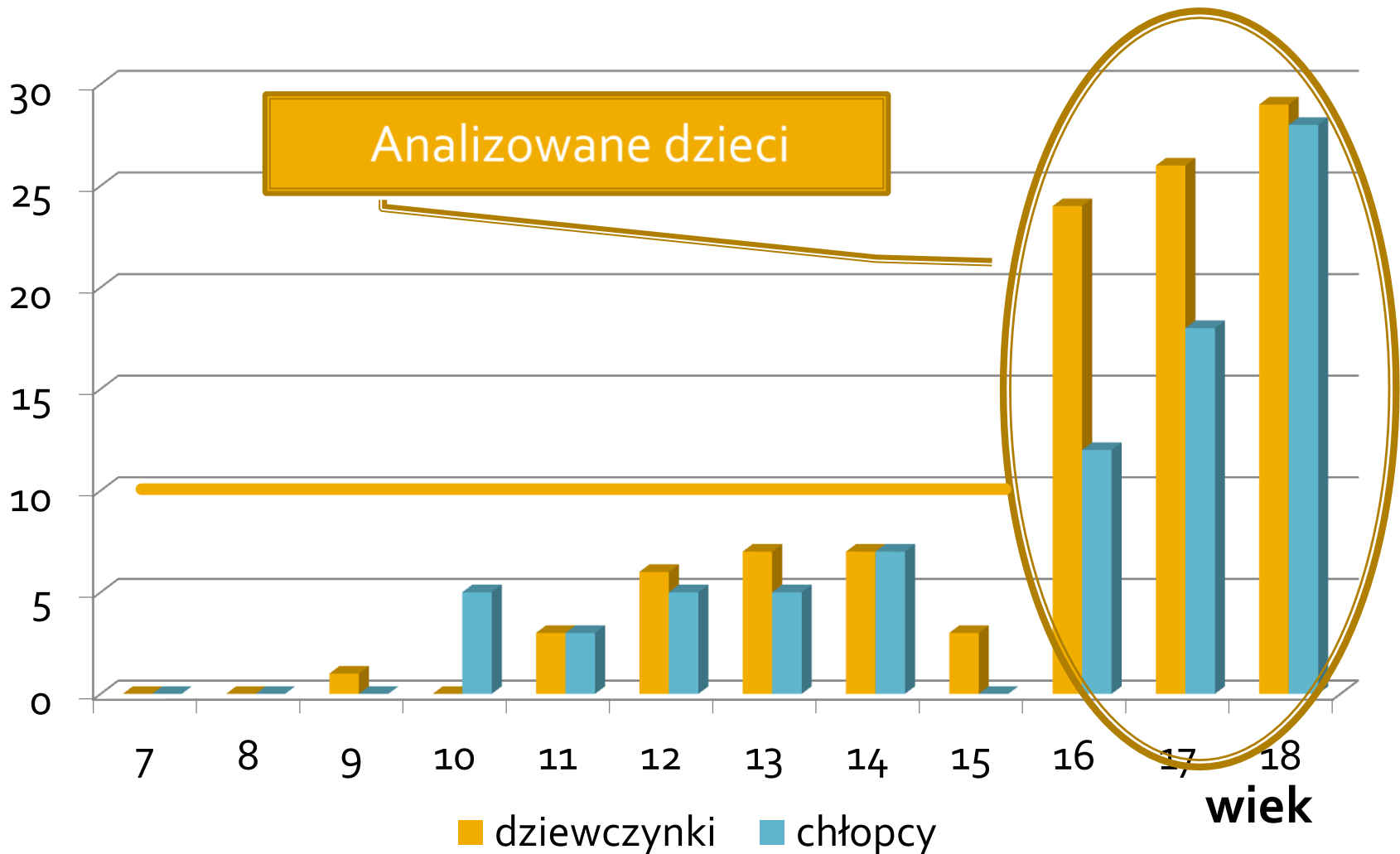
Za pomocą testu Fishera Freemana Haltona ($p=0,0001$) stwierdzono istotną zależność między wiekiem, a występowaniem nieprawidłowego ciśnienia.

Rozkład ciśnienia w poszczególnych grupach wiekowych u dziewczynek

wiek	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
prawidłowe	20	74	39	41	57	71	53	18	19	88	88	147
nieprawidłowe	0	0	1	0	3	6	7	7	3	24	26	29
Suma	20	74	40	41	60	77	60	25	22	112	114	176

Za pomocą testu Fishera Freemana Haltona ($p=0,0005$) stwierdzono istotną zależność między wiekiem, a występowaniem nieprawidłowego ciśnienia.

Liczba dzieci z nieprawidłowym ciśnieniem krwi



Porównanie parametrów u chłopców

	Prawidłowe ciśnienie krwi			Nieprawidłowe ciśnienie krwi			p
	Mediana	Min	Max	Mediana	Min	Max	
obwód ramienia	27,00	20,40	33,20	28,00	22,000	34,00	0,022
obwód talii	76,00	62,70	104,00	79,10	67,30	112,00	<0,0001
obwód bioder	97,00	76,00	113,00	99,80	86,00	126,10	0,010
obwód uda	51,00	40,50	66,50	53,10	35,00	68,00	0,01
bmi	21,31	16,14	30,08	23,29	17,81	34,46	<0,0001
WQ	0,00039	0,00026	0,0005	0,00042	0,00031	0,0006	0,002
WR	1,20	0,93	1,77	1,295	0,989	1,89	<0,0001
WMC	40,14	22,67	67,14	44,87	29,31	84,17	0,002
talia/biodra	0,78	0,68	0,97	0,81	0,70	0,95	0,003
talia/wysokość	0,42	0,35	0,55	0,45	0,38	0,62	<0,0001
średnia tętno	70,67	48,00	99,00	77,00	56,67	108,33	<0,0001

Porównanie parametrów u dziewczynek

	Prawidłowe ciśnienie krwi			Nieprawidłowe ciśnienie krwi			p
	Mediana	Min	Max	Mediana	Min	Max	
obwód ramienia	24,60	18,80	32,00	26,30	20,00	32,00	<0,0001
obwód talii	68,50	54,50	89,90	72,00	61,00	96,00	<0,0001
obwód bioder	94,30	77,00	111,50	98,00	67,00	119,00	<0,0001
obwód uda	50,70	40,00	63,60	55,00	44,60	66,80	<0,0001
bmi	20,73	9,96	30,37	22,52	17,29	32,79	<0,0001
WQ	0,00034	0,00016	0,0005	0,00037	0,00029	0,0005	<0,0001
WR	1,25	0,62	1,88	1,36	1,02	2,04	<0,0001
WMC	33,82	11,23	61,33	37,89	26,20	65,52	<0,0001
talia/biodra	0,72	0,65	0,87	0,74	0,66	0,97	<0,0001
talia/wysokość	0,41	0,34	0,55	0,43	0,36	0,58	<0,0001
średnia tętno	72,00	55,00	101,33	80,00	64,00	120,33	<0,0001

Chłopcy i dziewczynki

Nie wykryto istotnych zależności zarówno u chłopców jak i u dziewczynek związanych z piciem alkoholu, paleniem papierosów i z wysiłkiem fizycznym

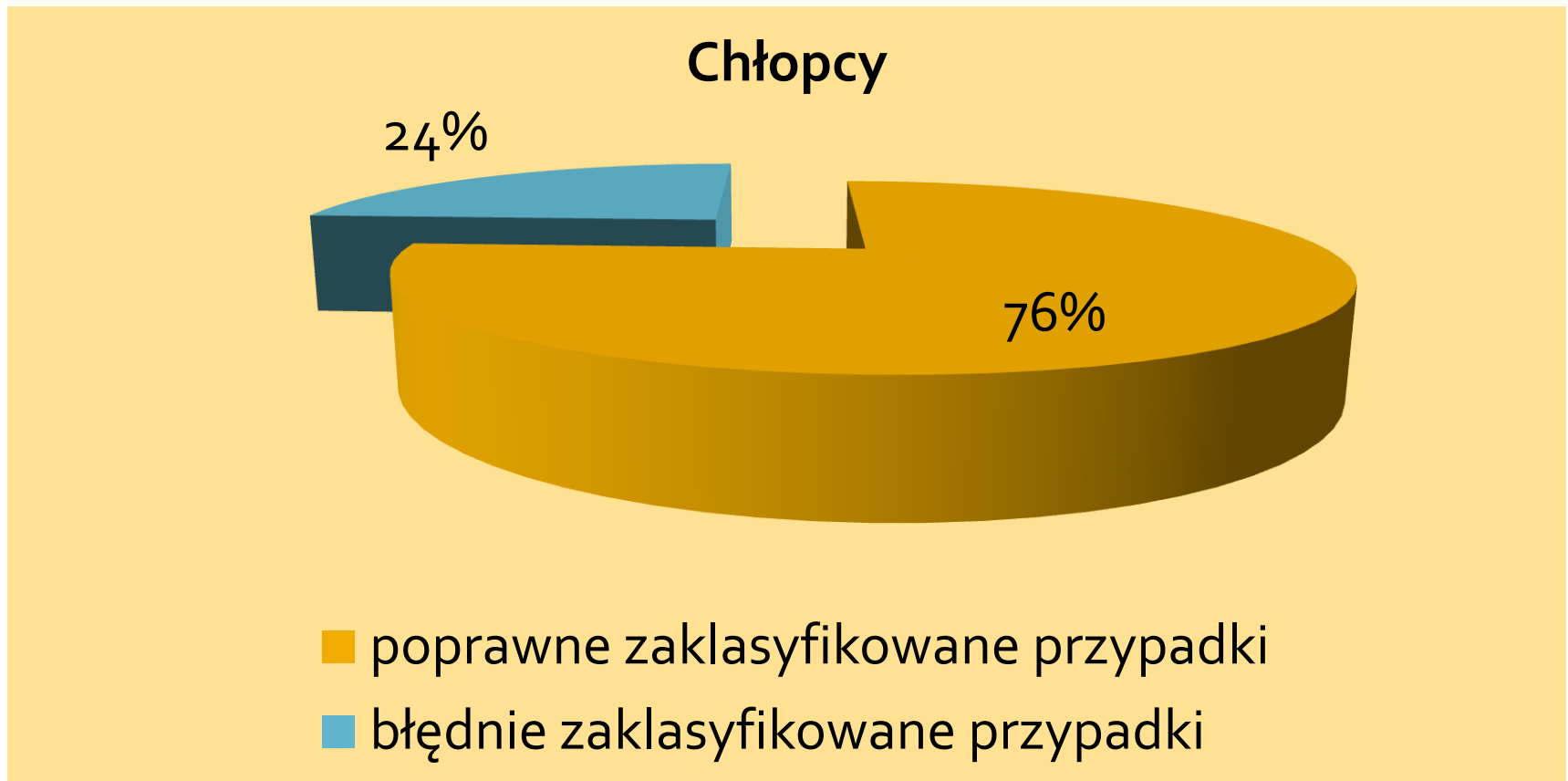
Metody

- Regresja logistyczna
- Drzewa klasyfikacyjne
- MARSplines

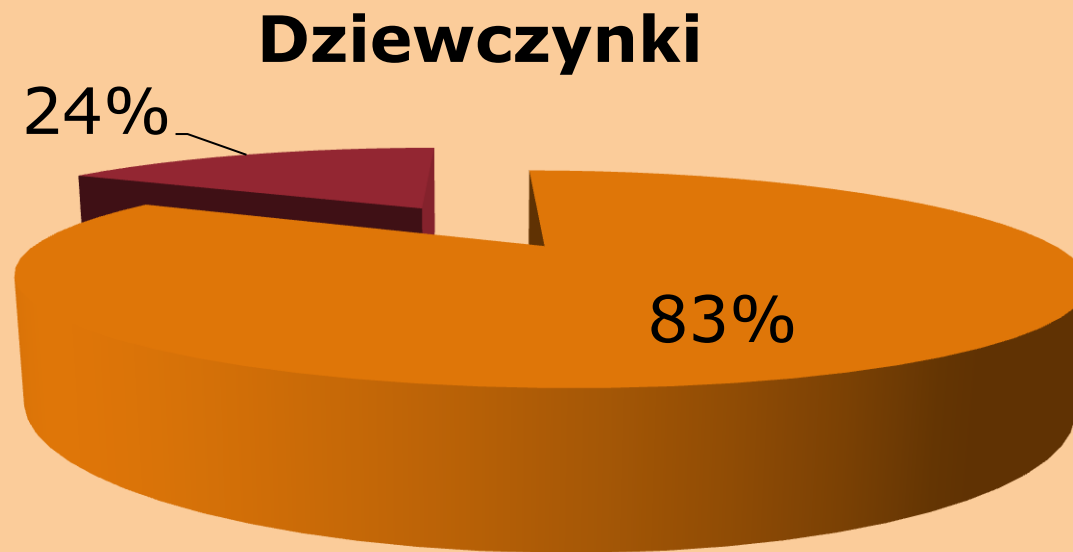
Regresja logistyczna

chłopcy	Stała BO	talia/ wysokość	tętno	dziewczynki	Stała BO	obwód uda	tętno
Ocena	-12,85	15,12	0,07	Ocena	-15,11	0,16	0,07
Błąd standard.	2,36	3,90	0,02	Błąd standard.	1,96	0,03	0,0
Chi-kwadrat Walda	29,57	14,10	16,21	Chi-kwadrat Walda	59,14	26,17	28,00
poziom p	<0,0001	<0,0001	<0,0001	poziom p	<0,0001	<0,0001	0,0001
Iloraz szans z.jedn.	2,63E-06	3,68	1,07	Iloraz szans z.jedn.	2,72E-07	1,17	1,07
-95%CL	2,5E-08	1,67	1,04	-95%CL	5,72E-09	1,10	1,04
+95%CL	2,77E-04	8,10	1,11	+95%CL	1,3E-05	1,24	1,10
Iloraz szans zagr.		61,46	67,05	Iloraz szans zagr.		67,23	99,59
-95%CL		7,57	8,56	-95%CL		13,34	18,02
+95%CL		503,261	525,41	+95%CL		338,74	550,36

Klasyfikacja przypadków



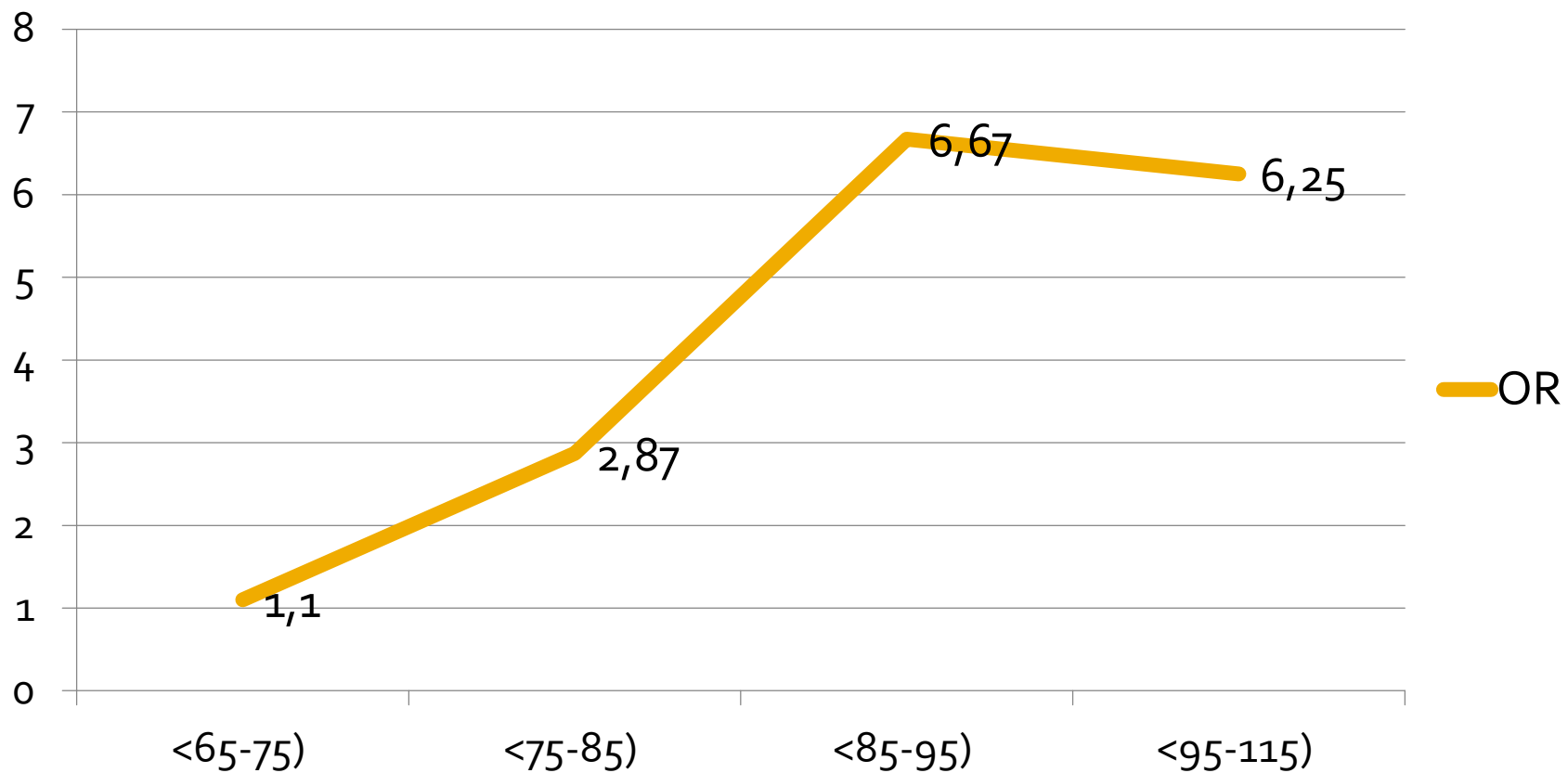
Klasyfikacja przypadków



- poprawne zaklasyfikowane przypadki
- błędnie zaklasyfikowane przypadki

Chłopcy Tętno

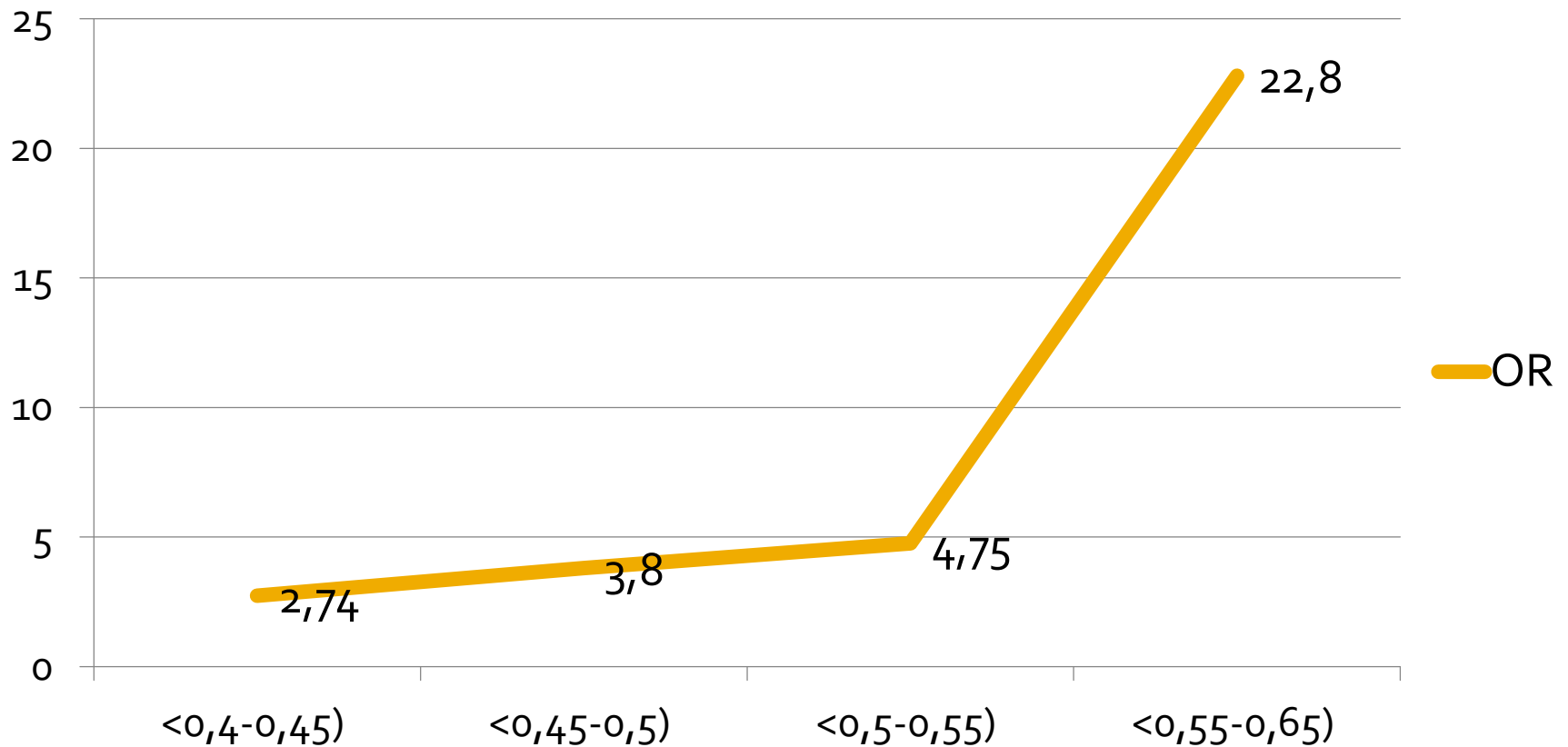
Jako wartość referencyjną tętna przyjęto tętno z przedziału 45 - 65



Chłopcy

Talia/wysokość

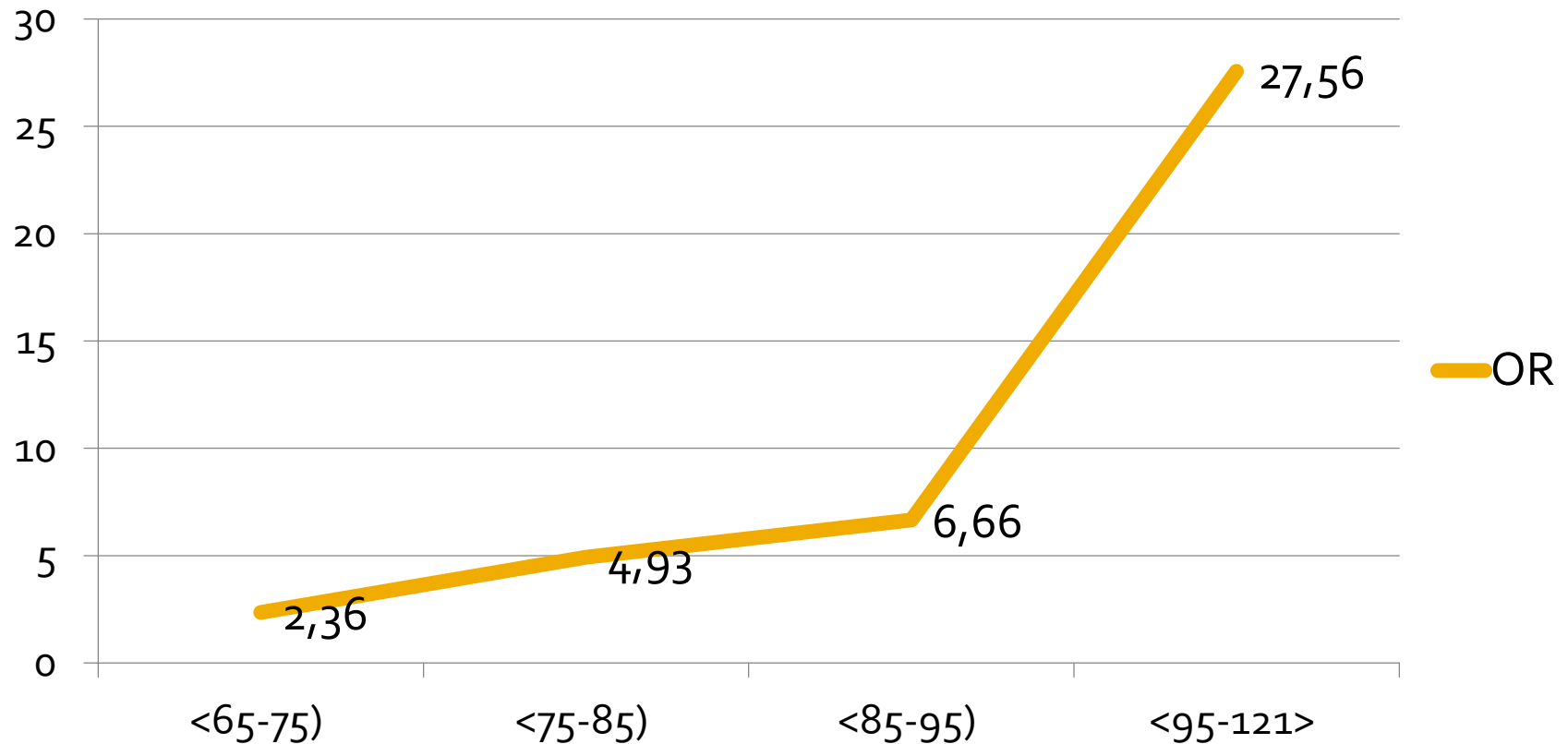
Jako wartość referencyjną wskaźnika talia/wysokość przyjęto wskaźnik z przedziału 0,35 – 0,40



Dziewczynki

Tętno

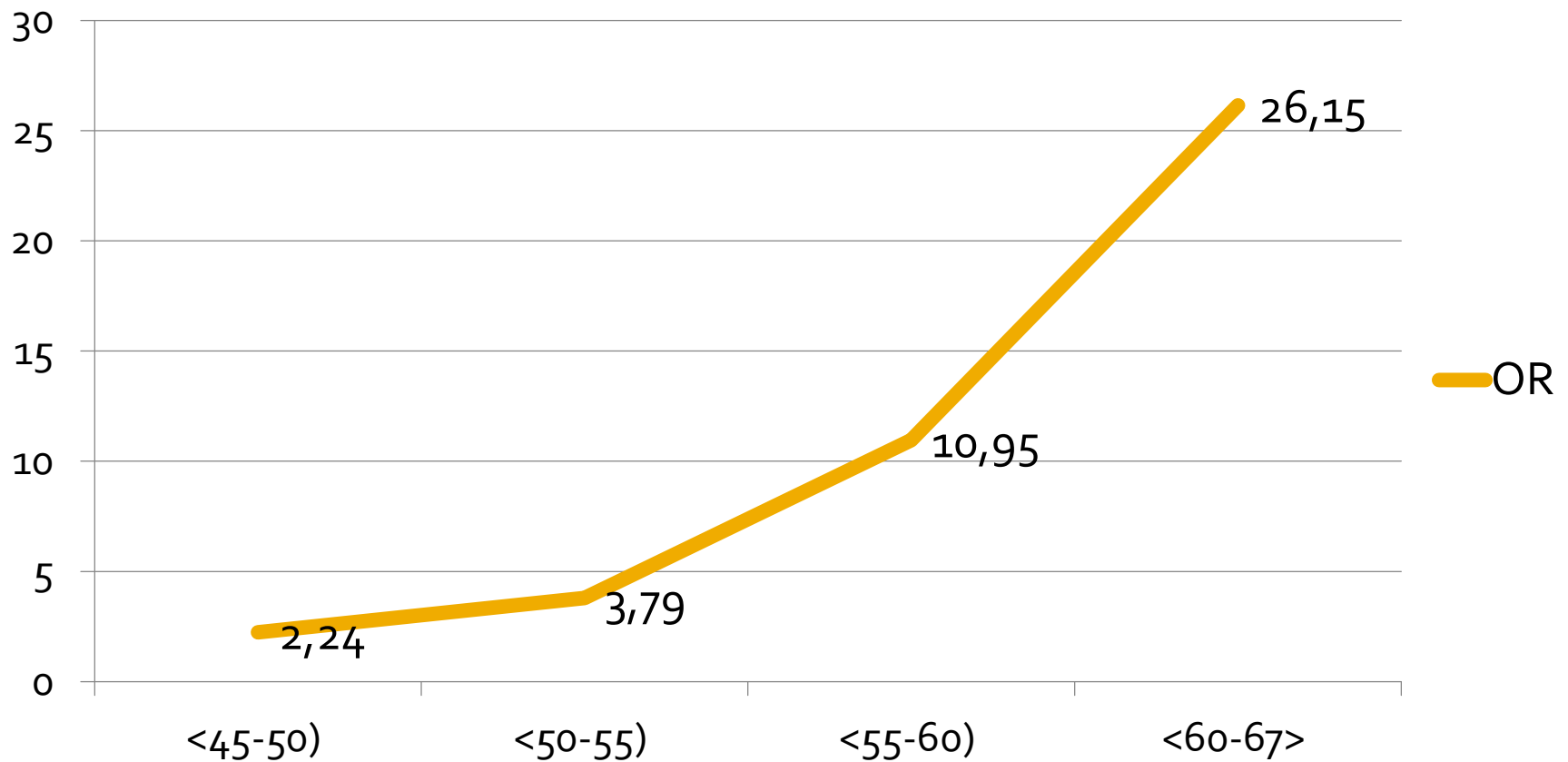
Jako wartość referencyjną tętna przyjęto tętno z przedziału 55 - 65



Dziewczynki

Obwód uda

Jako wartość referencyjną obwodu uda przyjęto obwód z przedziału 40 - 45



Drzewa klasyfikacyjne

	Lewa gałąź	Prawa gałąź	n w klasie 0	n w klasie 1	Klasa przew.	Stała podziału	Zmienna podziału
1	2	3	158	58	0	-22,8725	bmi
2			112	21	0		
3	4	5	46	37	0	-72,1667	tętno
4	6	7	31	12	0	-0,4403	talia/wysokość
5			15	25	1		
6			1	4	1		
7	8	9	30	8	0	-0,5436	talia/wysokość
8			30	6	0		
9			0	2	1		

Drzewa klasyfikacyjne

	Lewa gałąź	Prawa gałąź	n w klasie 0	n w klasie 1	Klasa przew.	Stała podziału	Zmienna podziału
1	2	3	323	79	0	-104,150	obwód bioder
2	4	5	306	53	0	-97,667	tętno
3			17	26	1		
4	6	7	304	47	0	-72,833	tętno
5			2	6	1		
6			164	11	0		
7	8	9	140	36	0	-62,800	obwód talii
8			19	0	0		
9	10	11	121	36	0	-0,705	talia/biodora
10			27	14	0		
11	12	13	94	22	0	-82,250	obwód talii
12	14	15	93	20	0	-103,900	obwód bioder
13			1	2	1		
14			93	19	0		
15			0	1	1		

Drzewa klasyfikacyjne

Zmienne w modelu

chłopcy

dziewczynki

*Udział zmiennej
w modelu*

*Udział zmiennej w
modelu*

Talia/wysokość

100

Tętno

100

bmi

96

Obwód bioder

85

Tętno

71

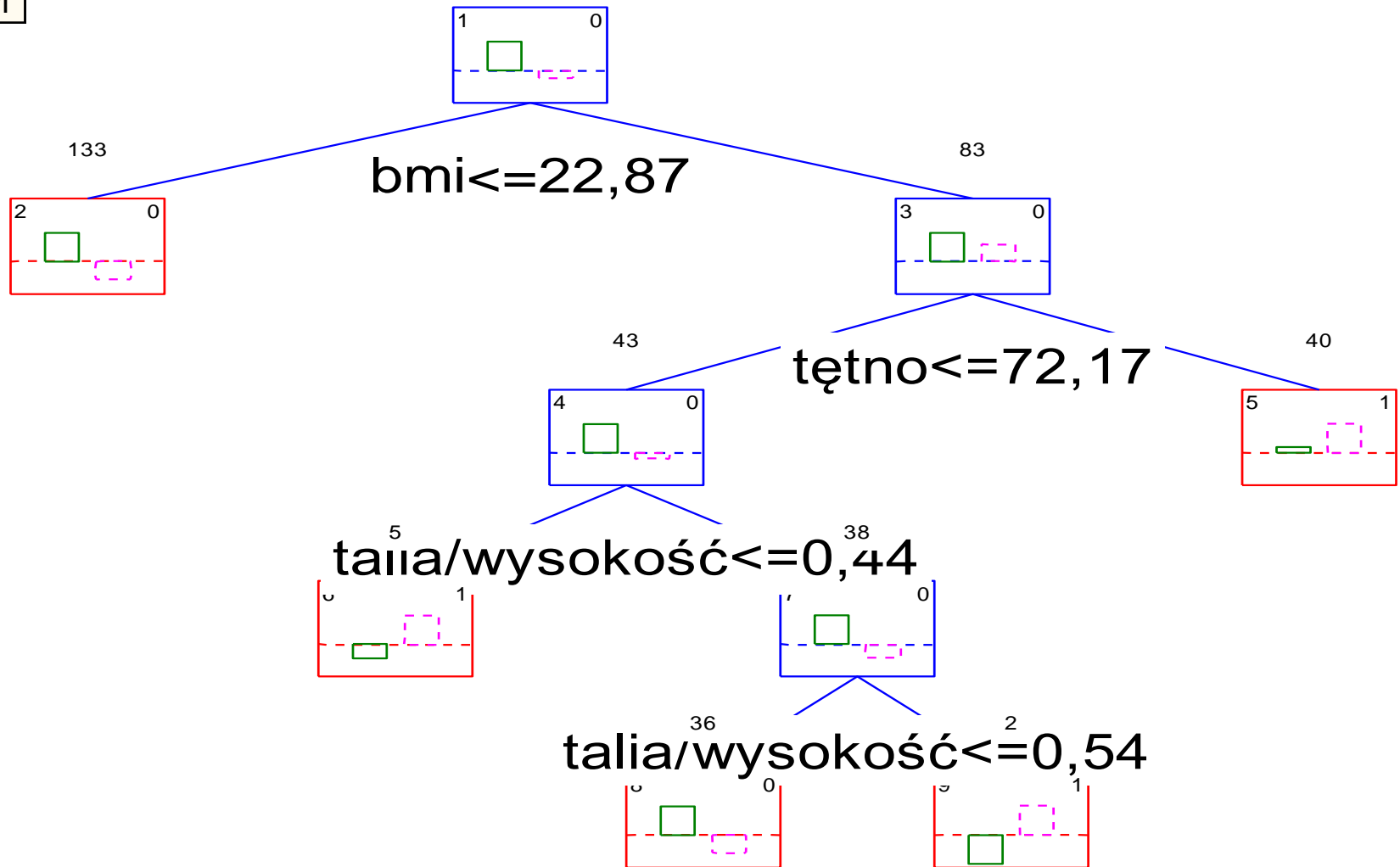
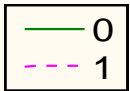
Talia/biodra

74

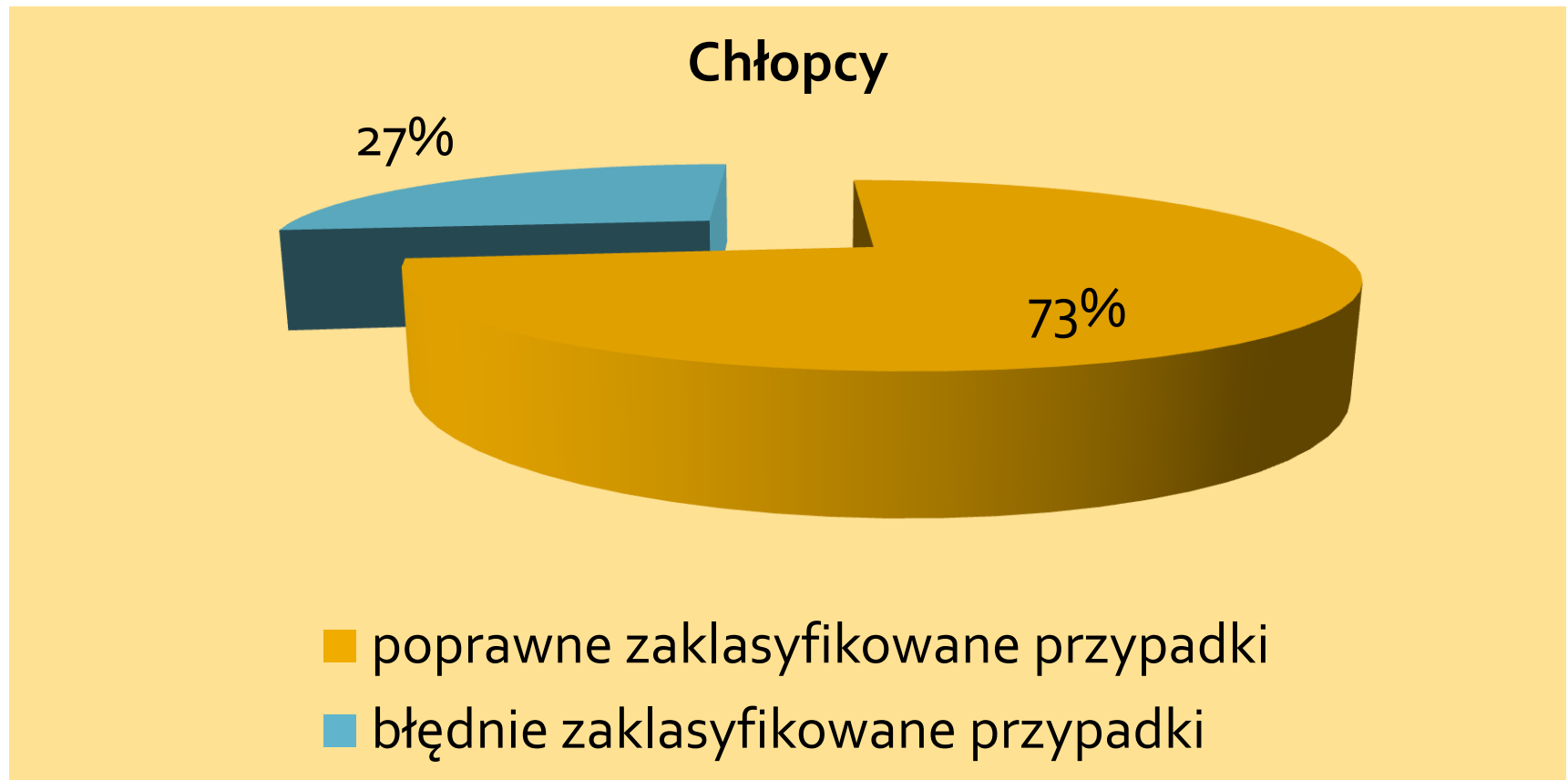
Obwód talii

73

Chłopcy

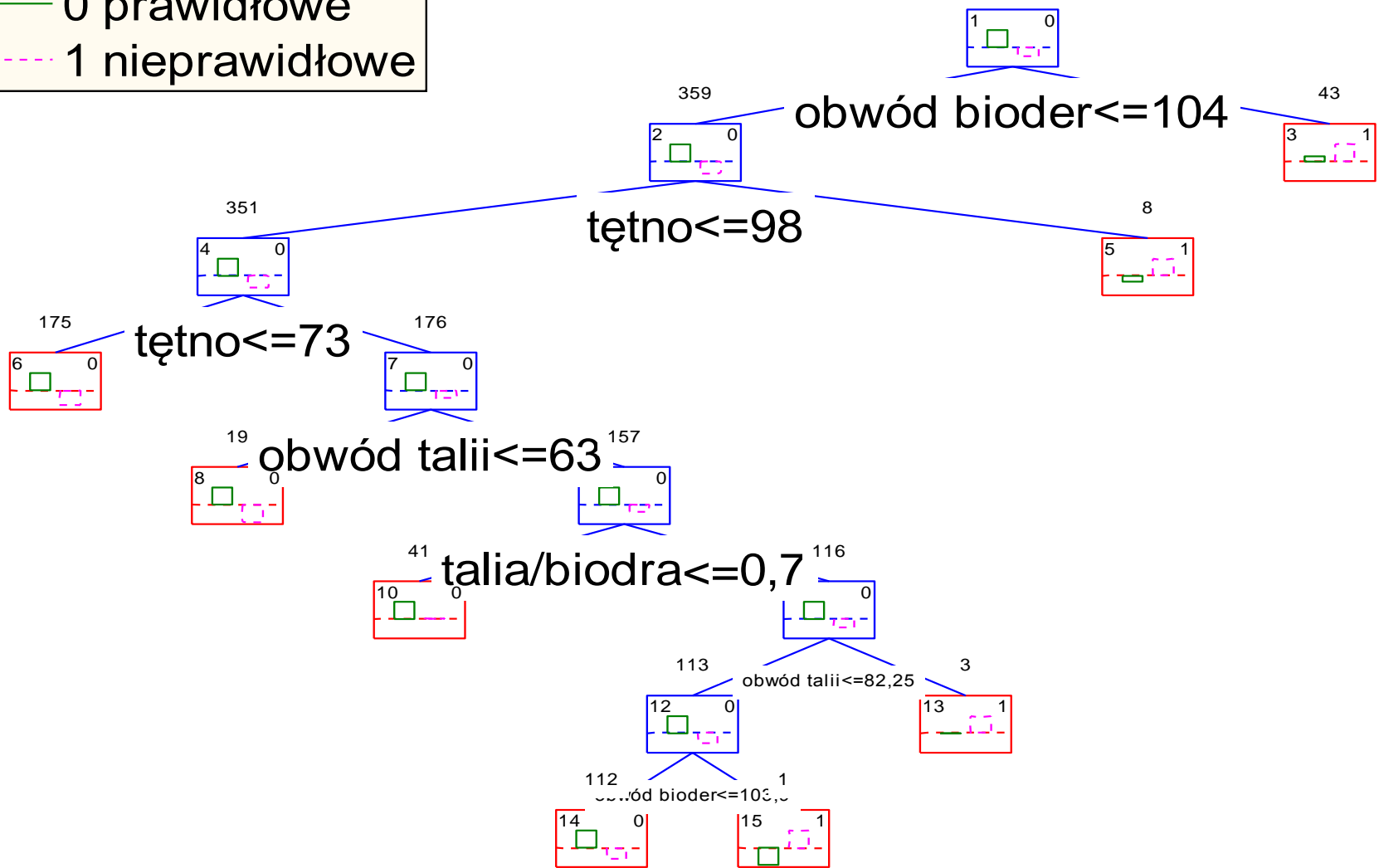


Klasyfikacja przypadków

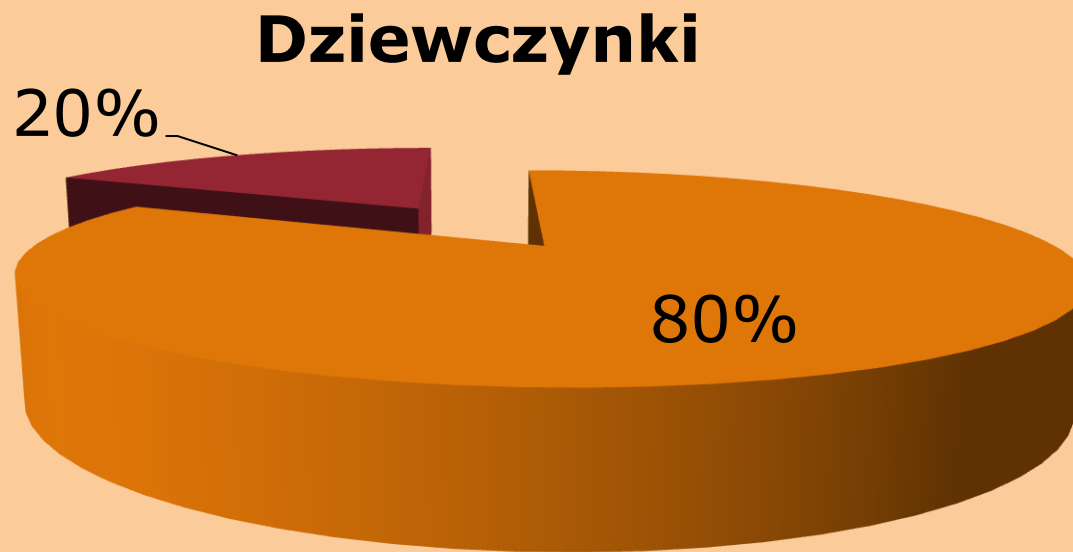


Dziewczynki

— 0 prawidłowe
 - - - 1 nieprawidłowe



Klasyfikacja przypadków



- poprawne zaklasyfikowane przypadki
- błędnie zaklasyfikowane przypadki

MARSpline

	Współcz. 0	Współcz. 1	Węzły obwód talii	Węzły obwód bioder	Węzły obwód uda	Węzły BMI	Węzły WR	Węzły WMC	Węzły talía/wysokość	Węzły tętno
W. wolny	1,0703	-0,0703								
Wsp.1	0,0302	-0,0302								68,66667
Wsp.2	24,1214	-24,1214							0,437500	
Wsp.3	-0,3668	0,3668							0,437500	80,66667
Wsp.4	-2,4370	2,4370						45,37284	0,437500	80,66667
Wsp.5	0,3534	-0,3534		94,2000	52,50000				0,437500	
Wsp.6	-0,0014	0,0014		108,0000				49,55665		68,66667
Wsp.7	-0,0037	0,0037		108,0000				49,55665		68,66667
Wsp.8	-24,5029	24,5029							0,417582	
Wsp.9	0,0293	-0,0293			52,50000					
Wsp.10	-0,0028	0,0028			46,20000					68,66667
Wsp.11	-0,0091	0,0091			46,20000			37,55049		68,66667
Wsp.12	-0,0002	0,0002	62,70000		46,20000			37,55049		68,66667
Wsp.13	-0,0073	0,0073		95,5000	52,50000			39,87382		
Wsp.14	30,6735	-30,6735	84,00000		52,50000	24,05367	1,484428		0,465909	

MARSpline

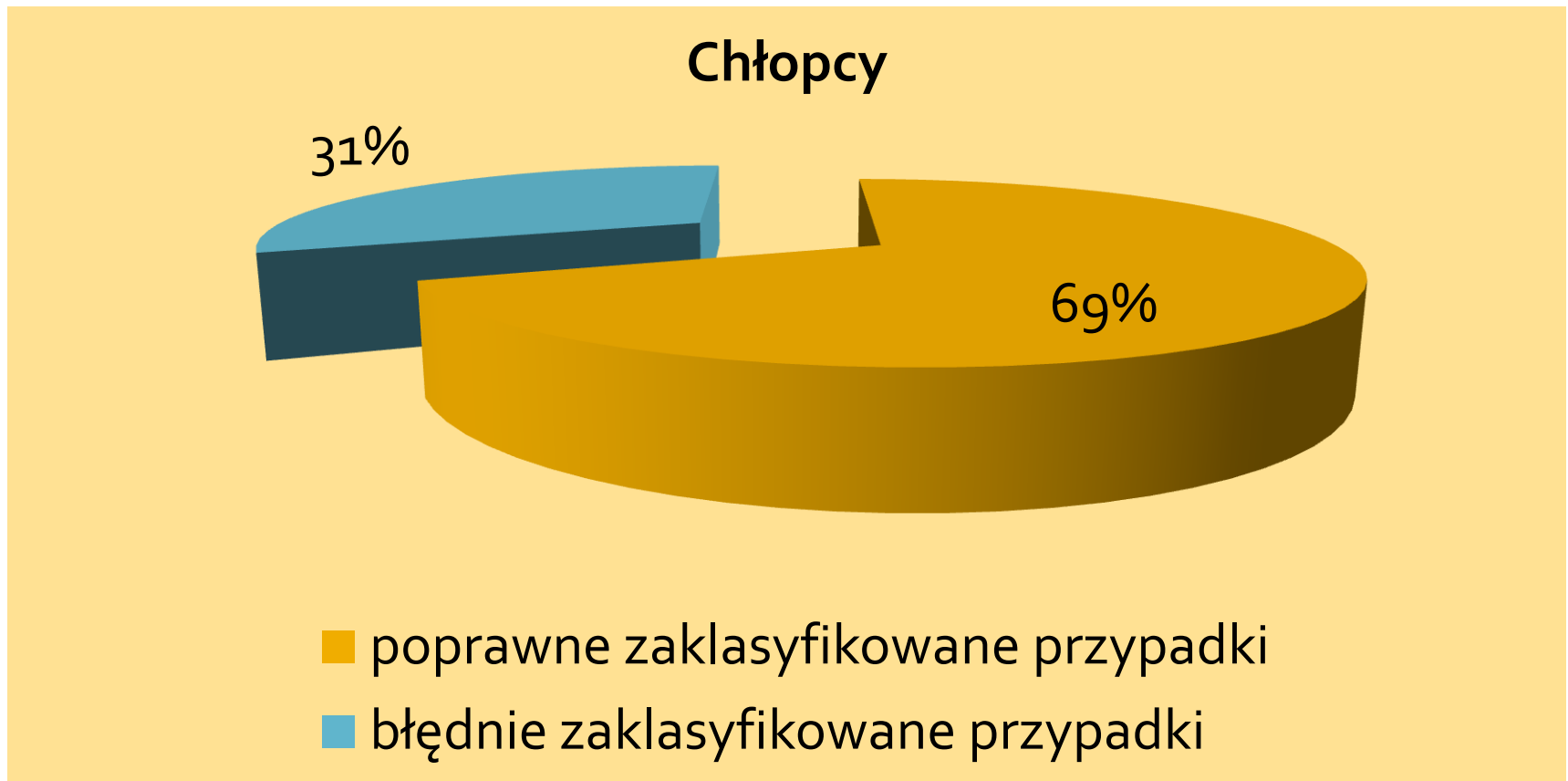
	Współcz. 0	Współcz. 1	Węzły obwód ramienia	Węzły obwód bioder	Węzły obwód uda	Węzły BMI	Węzły WR	Węzły tętno
W. wolny	0,95245	0,0476						
Wsp.1	-0,03914	0,0391		99,30000				
Wsp.2	-0,09736	0,0974		99,30000	55,40000			
Wsp.3	17,64425	-17,6442		99,30000	55,40000		1,398794	
Wsp.4	0,05959	-0,0596	27,00000	99,30000				
Wsp.5	0,43762	-0,4376	27,00000	99,30000			1,694756	
Wsp.6	-0,05178	0,0518		99,30000			1,454377	55,00000
Wsp.7	-0,20026	0,2003					1,301223	95,33333
Wsp.8	0,03605	-0,0360	28,30000					95,33333
Wsp.9	-0,03463	0,0346	27,00000	99,30000			1,694756	92,00000
Wsp.10	0,01205	-0,0120	28,30000		59,40000			95,33333
Wsp.11	0,27130	-0,2713					1,626996	95,33333
Wsp.12	-0,09212	0,0921		99,30000	57,50000		1,454377	
Wsp.13	0,03654	-0,0365	27,00000	99,30000		23,73696		
Wsp.14	0,04329	-0,0433	27,00000	99,30000		23,73696		
Wsp.15	-0,87032	0,8703		99,30000	55,40000	9,96094	1,398794	
Wsp.16	-0,02711	0,0271	26,70000		55,00000	23,77409		75,50000
Wsp.17	-0,02132	0,0213			51,20000	20,58204		75,50000
Wsp.18	1,33727	-1,3373			51,20000		1,491499	75,50000
Wsp.19	-1,03497	1,0350	28,30000					
Wsp.20	0,01137	-0,0114		99,30000	55,40000	22,28752		
Wsp.21	0,00564	-0,0056	26,70000		55,50000			82,33333
Wsp.22	-0,02463	0,0246		99,30000			1,454377	74,00000
Wsp.23	-0,00195	0,0019		99,30000				86,33333
Wsp.24	-0,13054	0,1305	28,30000				1,602646	95,33333
Wsp.25	0,01396	-0,0140	28,30000		57,10000		1,153971	95,33333
Wsp.26	0,00048	-0,0005	24,60000	99,30000	55,40000	19,39058		74,33333
Wsp.27	0,00465	-0,0047		97,40000	51,20000			75,50000
Wsp.28	-0,10247	0,1025	27,00000	99,30000	59,40000	26,48301	1,694756	
Wsp.29	-0,20330	0,2033	27,00000	99,30000	59,40000	25,86923	1,694756	
Wsp.30	-0,08432	0,0843					1,419940	95,33333
Wsp.31	0,01025	-0,0102	26,70000		48,40000			75,50000
Wsp.32	-0,00564	0,0056	26,70000		47,10000			70,33333
Wsp.33	-0,22867	0,2287		99,30000	55,70000			86,33333

MARSpline

Zmienne mające największy udział w modelu

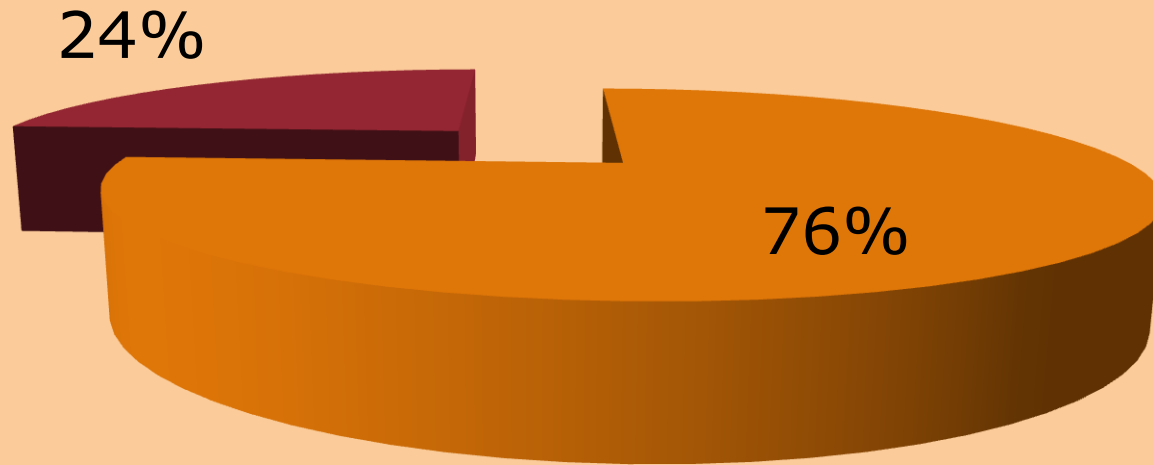
chłopcy		dziewczynki	
	<i>Udział zmiennej w modelu</i>		<i>Udział zmiennej w modelu</i>
Tętno	8	Tętno	20
Obwód uda	7	Obwód bioder	19
Talia/wysokość	6	Obwód uda	18

Klasyfikacja przypadków



Klasyfikacja przypadków

Dziewczynki



- poprawne zaklasyfikowane przypadki
- błędnie zaklasyfikowane przypadki

Porównanie modeli

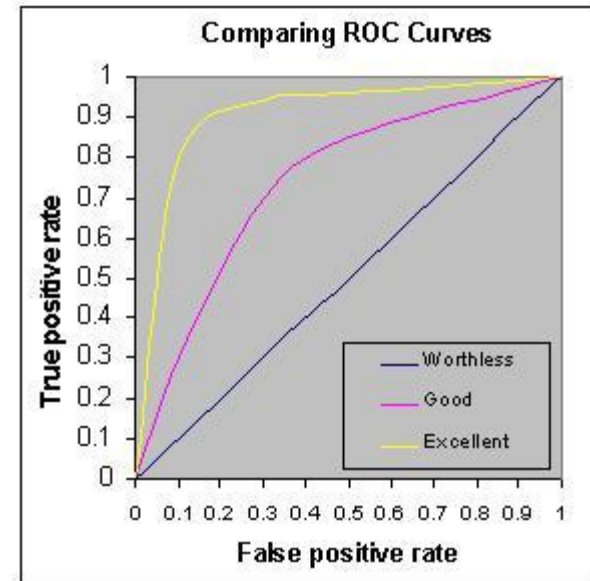
	Drzewa klasyfikacyjne		Regresja logistyczna		MARSpline	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀
zmienne	<i>talia/wysokość</i> <i>BMI</i> <i>tętno</i>	<i>tętno</i> <i>obwód bioder</i> <i>obwód talii</i>	<i>talia/wysokość</i> <i>tętno</i>	<i>obwód uda</i> <i>tętno</i>	<i>tętno</i> <i>obwód uda</i> <i>talia/wysokość</i>	<i>tętno</i> <i>obwód bioder</i> <i>obwód uda</i>
czułość	54%	32%	26%	25%	61%	58%
swoistość	79%	91%	95%	95%	95%	99%

Porównanie modeli

	Drzewa klasyfikacyjne		Regresja logistyczna		MARSpline	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀
	Najlepszy model z najwyższą czułością i swoistością, to MARSpline					♀
	<i>talia/wysokość</i>	<i>tętno</i>	<i>tętno</i>	<i>tętno</i>	<i>tętno</i>	<i>tętno</i>
	Najistotniejsze zmienne:					
	Chłopcy: tętno, talia/wysokość					
	Dziewczynki: tętno, obwód uda, obwód bioder					
czułość	54%	32%	26%	25%	61%	58%
swoistość	79%	91%	95%	95%	95%	99%

Krzywe ROC *The Receiver Operating Characteristic Curve*

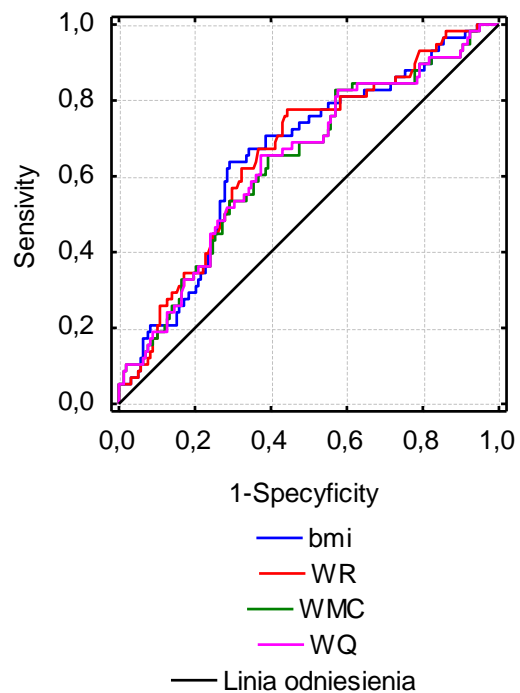
- Queteleta
- Body Mass Index
- Rohrera
- Body Mass Coefficient



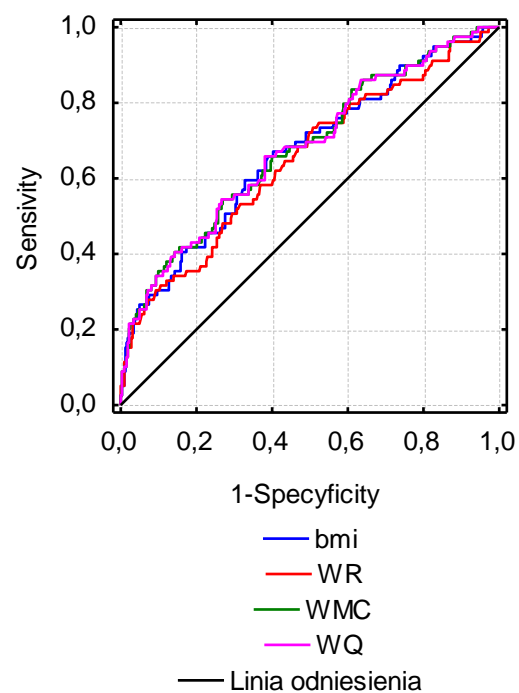
- AUC (*area under the curve*) – ocenia dokładność diagnostyczną testu
- AUC = 0,5 brak zdolności diagnostycznej
- AUC = 1 idealna zdolność diagnostyczna

chłopcy	wartość progowa	AUC	dziewczynki	wartość progowa	AUC
BMI	22,889	0,658	BMI	21,355	0,669
WR	1,218	0,662	WR	1,249	0,649
WMC	42,519	0,637	WMC	37,688	0,679
WQ	0,0004	0,640	WQ	0,0004	0,679

porównanie pól pod krzywymi ROC u chłopców

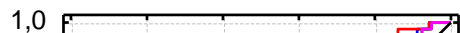


porównanie pól pod krzywymi ROC u dziewczynek

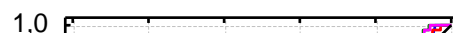


chłopcy	wartość progowa	75 centyl	dziewczynki	50-75 centyl	AUC
BMI	22,889	0,658	BMI	2	0,669
WR	1,218	0,662	WR	1	0,649
WMC	42,519	0,637	WMC	3	0,679
WQ	0,0004	0,640	WQ	0,0004	0,679

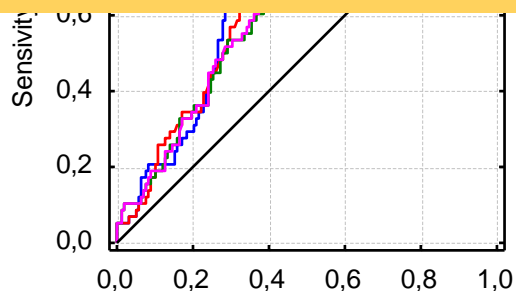
porównanie pól pod krzywymi ROC u chłopców



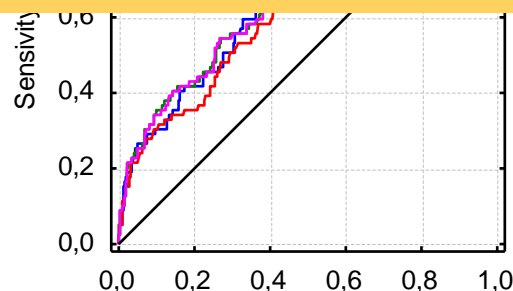
porównanie pól pod krzywymi ROC u dziewczynek



Wskaźniki antropometryczne nie są dobrymi klasyfikatorami ciśnienia tętniczego u dzieci



1-Specyficity
 — bmi
 — WR
 — WMC
 — WQ
 — Linia odniesienia



1-Specyficity
 — bmi
 — WR
 — WMC
 — WQ
 — Linia odniesienia

Wnioski

- MARSpliene dobrym modelem wykluczającym nieprawidłowe ciśnienie tętnicze krwi u dzieci (swoistość 95% chłopcy, 99% dziewczynki).
- Tętno jest najlepszym parametrem sugerującym możliwość wystąpienia nieprawidłowego ciśnienia tętniczego u dziecka.
- Wskaźniki antropometryczne nie są dobrymi klasyfikatorami ciśnienia tętniczego krwi.

Dziękuję za uwagę

Regresja logistyczna

Postać modelu logistycznego

$$P(Y = 1 | x_1, x_2, \dots, x_n) = \frac{e^{\left(a_0 + \sum_{i=1}^k a_i x_i\right)}}{1 + e^{\left(a_0 + \sum_{i=1}^k a_i x_i\right)}}$$

Test Wald'a

$$Z^2 = \frac{a_i^2}{[SE(a_i)]^2} \quad H_0 : a_i = 0$$

Drzewa klasyfikacyjne

- ▣ Metoda C&RT wyczerpującego poszukiwania podziałów jednowymiarowych
- ▣ Dobroć dopasowania – miara Giniego
- ▣ Bezpośrednie zatrzymanie typu FACT

MARSplines

$$y = f(x) = \beta_0 + \sum_{m=0}^M \beta_m h_m(x)$$

M – składniki modelu

β_0 - rzędna początkowa

β_m – wagi

$h_m(x)$ – funkcje bazowe

MARSplines

$$(x - t)_+ = \begin{cases} x - t & \text{dla } x > t \\ 0 & \text{dla pozostałych} \end{cases} \quad (t - x)_+ = \begin{cases} t - x & \text{dla } x < t \\ 0 & \text{dla pozostałych} \end{cases}$$

$$t \in \{x_{ij}, \dots, x_{Nj}\}$$

$$j = 1, \dots, p$$

p – liczba zmiennych predykcyjnych

N – liczba przypadków

$$GCV = \frac{\sum_{i=1}^N (y_i - f(x_i))^2}{\left(1 - \frac{r + ck}{N}\right)}$$

r – ilość liniowych niezależnych funkcji bazowych w modelu

N – liczba przypadków w danych

c – parametr, który steruje wielkością kary według Hastiego powinno się używać $c = 2$

k – ilość węzłów