

**dr n. med. Joanna PIERZAK-SOMINKA<sup>a</sup>, Prof. dr hab. n. med. Jacek RUDNICKI<sup>a</sup>  
lek. Małgorzata Anna CZAJKOWSKA<sup>a</sup>, dr n. tech. Andrzej Antoni CZAJKOWSKI<sup>b</sup>  
mgr inż. Michał PODKOWA<sup>c</sup>**

<sup>a</sup> Pomorski Uniwersytet Medyczny, Klinika Patologii Noworodka, Katedra Położnictwa, Ginekologii i Neonatologii  
Pomeranian Medical University in Szczecin, Department of Newborn Pathology, Faculty of Obstetrics, Gynecology and Neonatology

<sup>b</sup> Uniwersytet Szczeciński, Wydział Matematyczno-Fizyczny, Katedra Edukacji Informatycznej i Technicznej  
University of Szczecin, Faculty of Mathematics and Physics, Department of Informatics and Technical Education

<sup>c</sup> Pomorski Uniwersytet Medyczny, Zakład Higieny, Epidemiologii i Zdrowia Publicznego  
Pomeranian Medical University, Department of Hygiene, Epidemiology and Public Health

## **OCENA PRZEPŁYWU KRWI W TĘTNICY PRZEDNIEJ MÓZGOWIA ANTERIOR CEREBRAL ARTERY W ZALEŻNOŚCI OD WIEKU CIĄŻOWEGO I URODZENIOWEJ MASY CIAŁA NOWORODKA**

### **Streszczenie**

**Wstęp i cele:** W artykule przedstawiono zastosowanie ultrasonografii przeziemiączkowej w gromadzeniu podstawowych informacji na temat prawidłowości w krążeniu mózgowym. Zbadano także czy wartości przepływu krwi w tętnicy przedniej mózgowia *Anterior Cerebral Artery* zależne są od wieku noworodka [Hbd] i jego urodzeniowej masy ciała. Celem pracy jest ocena przepływu krwi w tętnicy przedniej mózgowia *Anterior Cerebral Artery* w zależności od wieku ciążowego i urodzeniowej masy ciała noworodka.

**Materiał i metody:** Przeziemiączkową ultrasonografię dopplerowską wykonywano aparatem ultrasonograficznym Philips En Visor C, głowicą sektorową 12 MHz, przez ciemię przednie (*fonticulus anterior*).

**Wyniki:** Analiza statystyczna przedstawiona w pracy nie wykazała statystycznie istotnej korelacji pomiędzy przepływami dopplerowskimi w tętnicy przedniej mózgu (ACA) a wiekiem ciążowym i urodzeniową masą ciała noworodków.

**Wniosek:** Parametry przepływu krwi (V max, V mean, V min, RI, PI), w tętnicy przedniej mózgowia *Anterior Cerebral Artery* (ACA) wydają się nie być czułe na wieku ciążowego i urodzeniową masę ciała noworodka.

**Słowa kluczowe:** Tętnica przednia mózgowia (ACA), noworodek, wiek ciążowy, masa urodzeniowa.  
(Otrzymano: 01.12.2013; Zrecenzowano: 15.10.2014; Zaakceptowano: 30.11.2014)

## **EVALUATION OF BLOOD FLOW IN FRONT ARTERY BRAIN ANTERIOR CEREBRAL ARTERY IN RELATION TO GESTATIONAL AGE IN NEWBORN BIRTHWEIGHT**

### **Abstract**

**Introduction and aims:** This paper describes the use of ultrasound by fonticulus anterior in collecting basic information on the regularity of the cerebral circulation. We also examined whether the blood flow in Anterior Cerebral Artery is depend on the gestational age [Hbd] of the newborn and his birth weight. The aim of the paper is to evaluate blood flow in Anterior Cerebral Artery, depending on gestational age and birth weight of the newborn.

**Material and methods:** Performed using ultrasound Philips En Visor C, sector head 12 MHz, the front on fonticulus anterior.

**Results:** Statistical analysis of the work didn't show a statistically significant correlation between Doppler flow in the anterior cerebral artery (ACA), gestational age and birth weight newborns.

**Conclusion:** The blood flow parameters (V max, V mean, V min, RI, PI), Anterior Cerebral Artery (ACA) does not seem to be sensitive to gestational age and birth weight of newborns.

**Keywords:** Anterior Cerebral Artery (ACA), newborns, gestational age, birth weight.

(Received: 01.12.2013; Revised: 15.10.2014; Accepted: 30.11.2014)

## 1. Wstęp

Ultrasonografia przezcięmiączkowa zapewnia gromadzenie podstawowych informacji na temat prawidłowości w krążeniu mózgowym i jak zapewnia *Helwich* wykonana w pierwszych trzech dobach daje wiarygodny pogląd na temat fizjologii przepływów mózgowych jeszcze z okresu życia prenatalnego [1].

W niniejszej pracy podjęto próbę zbadania przepływu krwi w mózgowiu, w dynamicznym naczyniu tętnicznym, jakim jest tętnica przednia mózgowia *Anterior Cerebral Artery* (ACA). Naczynie to jest dosyć dobrze poznane, opisane w literaturze specjalistycznej i scharakteryzowane przez naukowców w zakresie norm przepływów fizjologicznych [2], co istotne, gdyż często doniesienia dotyczące wartości przepływów dopplerowskich w niewyczerpujący sposób charakteryzują jego zakres w mniejszych naczyniach mózgowych [3].

W pracy analizowano przepływy dopplerowskie w ACA, gdyż odchylenia w wartościach wskaźników przepływu RI i PI są w niej wcześniej obserwowane niż w tętnicy środkowej mózgowia. Zgodnie zresztą z zaleceniami *Bokiniec*, według której zmiany hemodynamiczne u noworodka w okresie okołoporodowym w naczyniach mózgowych noworodka należy oceniać w pierwszej kolejności w tętnicy przedniej mózgowia [4].

Tętnica przednia mózgowia jest bowiem jedną z łatwiejszych do lokalizacji ultrasonograficznej tętnic, co wynika przede wszystkim z jej prostego przebiegu oraz średnicy, która u noworodków wynosi około 1,5 mm [3]. W badaniu tętnicy przedniej mózgowia *Anterior Cerebral Artery* (ACA) oceniano zależność między parametrami przepływu krwi (V max, V mean, V min, RI, PI), w tym naczyniu a wiekiem ciążowym i urodzeniową masą ciała noworodka.

## 2. Cel

Celem pracy jest ocena przepływu krwi w tętnicy przedniej mózgowia *Anterior Cerebral Artery* w zależności od wieku ciążowego i urodzeniowej masy ciała noworodka.

## 3. Materiał i metody

Materiał do niniejszej pracy stanowią wyniki badań własnych przeprowadzonych wśród 97 noworodków: 52 płci męskiej i 45 płci żeńskiej, urodzonych w 2008 roku, w Klinice Patologii Noworodka Pomorskiego Uniwersytetu Medycznego w Szczecinie. Projekt badawczy do niniejszej pracy doktorskiej został zaakceptowany i zatwierdzony przez członków Komisji Bioetycznej Pomorskiego Uniwersytetu Medycznego.

### 3.1. Metody ultrasonograficzne

Przezcięmiączkową ultrasonografię dopplerowską wykonywano aparatem ultrasonograficznym *Philips En Visor C*, głowicą sektorową 12 MHz, przez ciemnię przednie (*fonticulus anterior*), ustawiając bramkę w przebiegu *Anterior Cerebral Artery* pod kątem możliwym zero stopni. Ustawienie głowicy pod takim kątem, umożliwiło prawidłową ocenę prędkości poruszającej się krwinki. Wzrost kąta pomiędzy wiązką ultradźwięków a osią naczynia skutkowałoby, bowiem obniżeniem wartości analizowanych prędkości [5]. Zarejestrowany sygnał dopplerowski z *Anterior Cerebral Artery* podlegał analizie komputerowej, z monitora ultrasonografu odczytywano wartości wskaźników SV i DV w cm/s, oraz wskaźniki RI i PI w wartościach liczbowych.

Przezcięmiączkowe, nieinwazyjne badanie dopplerowskie naczyń mózgowych pozwoliło na pomiar szybkości przepływu krwi w naczyniach, w szczytowej fazie skurczu (SV) i roz-

kurczu (DV) oraz oznaczenie wskaźników oporu naczyniowego (RI) i indeksu pulsacyjnego (PI), które odzwierciedlają pośrednio CBF (*ang. cerebral blood flow*) [5], [6]. Tętnicę przednią mózgu obrazowano, zgodnie z wytycznymi w literaturze tematu, przez ciemnię przednią, w płaszczyźnie środkowej, w odcinku przed odejściem tętnicy łączącej przedniej, który znajduje się na początku kolana ciała modelowanego [6].

### 3.2. Metody statystyczne

Poziom istotności, zgodności z rozkładem normalnym określono za pomocą testu *Shapiro-Wilka* ( $p$ ). Analizę zależności pomiędzy badanymi zmiennymi przeprowadzono obliczając współczynnik korelacji liniowej Pearsona dla zmiennych o rozkładzie zgodnym z rozkładem normalnym, w przypadku, gdy rozkład parametrów był niezgodny z rozkładem normalnym obliczono współczynnik korelacji rang *Spearmana*.

Dopuszczalne prawdopodobieństwo błędu pierwszego rodzaju (poziom istotności testu) przyjęto równe 0,05. Analizy i obliczenia statystyczne wykonano w oparciu o program *Statistica 9* oraz przykłady z literatury [7], [8].

### 4. Wyniki badań i dyskusja

Wyniki badań wartości współczynników korelacji rang *Spearmana* i współczynników korelacji liniowej Pearsona wraz z oceną istotności statystycznej zależności przepływów dopplerowskich w tętnicy przedniej mózgu (*ACA*) od wieku ciążowego (*Hbd*) noworodków płci (żeńskie) męskiej od urodzeniowej masy ciała noworodków płci (żeńskie) męskiej przedstawiono poniżej.

Tab. 1. Wartości współczynników korelacji rang *Spearmana* i współczynników korelacji liniowej Pearsona wraz z oceną istotności statystycznej zależności przepływów dopplerowskich w tętnicy przedniej mózgu (*ACA*) od wieku ciążowego (*Hbd*) noworodków płci żeńskiej.

Tab. 1. The values of *Spearman's* rank correlation and *Pearson's* correlation coefficients together with an assessment of statistical significance based on Doppler flow *Anterior Cerebral Artery* (*ACA*) of gestational age (*Hbd*) of female newborns.

Charakterystyka statystyczna	<i>Anterior Cerebral Artery</i>				
	$V_{max}$	$V_{min}$	$V_{mean}$	RI	PI
Normalność rozkładu zmiennych	-, -	-, +	-, +	-, +	-, +
Liczebność grupy	<b>27</b>	<b>27</b>	<b>27</b>	<b>27</b>	<b>16</b>
Współczynnik korelacji rang <i>Spearmana</i> ( $r_s$ )	<b>- 0,077</b>	<b>- 0,191</b>	<b>- 0,159</b>	<b>- 0,009</b>	<b>- 0,375</b>
Poziom istotności	<b>0,70</b>	<b>0,34</b>	<b>0,43</b>	<b>0,97</b>	<b>0,15</b>
Współczynnik korelacji liniowej Pearsona ( $r$ )	- 0,232	- 0,084	- 0,189	0,031	- 0,466
Poziom istotności	0,24	0,68	0,34	0,88	0,07

Źródło: Opracowanie Autorów / Source: Elaboration of the Authors

Analiza statystyczna przedstawiona w tabeli 1 nie wykazała statystycznie istotnej korelacji pomiędzy przepływami dopplerowskimi w tętnicy przedniej mózgu (*ACA*) a wiekiem ciążowym w zakresie 33-42 Hbd noworodków płci żeńskiej.

Tab. 2. Wartości współczynników korelacji rang Spearmana i współczynników korelacji liniowej Pearsona wraz z oceną istotności statystycznej zależności przepływów dopplerowskich w tętnicy przedniej mózgu (ACA) od wieku ciążowego (Hbd) noworodków płci męskiej

Tab. 2. The values of *Spearman's* rank correlation and *Pearson's* correlation coefficients together with an assessment of statistical significance based on Doppler flow *Anterior Cerebral Artery* (ACA) of gestational age (Hbd) of male newborns

Charakterystyka statystyczna	<i>Anterior Cerebral Artery</i>				
	V <sub>max</sub>	V <sub>min</sub>	V <sub>mean</sub>	RI	PI
Normalność rozkładu zmiennych	+,+	+,-	+,+	+,+	+,+
Liczebność grupy	40	40	40	40	17
Współczynnik korelacji rang Spearmana (r <sub>s</sub> )	0,324	<b>0,167</b>	0,300	0,047	0,386
Poziom istotności	0,04	<b>0,30</b>	0,06	0,77	0,14
Współczynnik korelacji liniowej Pearsona (r)	<b>0,253</b>	0,141	<b>0,284</b>	<b>0,123</b>	<b>0,361</b>
Poziom istotności	<b>0,11</b>	0,38	<b>0,08</b>	<b>0,45</b>	<b>0,15</b>

Źródło: Opracowanie Autorów / Source: Elaboration of the Authors

Nie wykazano statystycznie istotnej korelacji pomiędzy przepływami dopplerowskimi w tętnicy przedniej mózgu (ACA) a wiekiem ciążowych w zakresie 30,5-42 Hbd noworodków płci męskiej.

Tab. 3. Wartości współczynników korelacji rang Spearmana i współczynników korelacji liniowej Pearsona wraz z oceną istotności statystycznej zależności przepływów dopplerowskich w tętnicy przedniej mózgu (ACA) od urodzeniowej masy ciała u noworodków płci żeńskiej

Tab. 3. The values of *Spearman's* rank correlation and *Pearson's* correlation coefficients together with an assessment of statistical significance based on Doppler flow *Anterior Cerebral Artery* (ACA) of birth weight of female newborns

Charakterystyka statystyczna	<i>Anterior Cerebral Artery</i>				
	V <sub>max</sub>	V <sub>min</sub>	V <sub>mean</sub>	RI	PI
Normalność rozkładu zmiennych	-,-	-,+	-,+	-,+	+,+
Liczebność grupy	27	27	27	27	16
Współczynnik korelacji rang Spearmana (r <sub>s</sub> )	<b>- 0,092</b>	<b>- 0,254</b>	<b>- 0,213</b>	<b>0,068</b>	0,119
Poziom istotności	<b>0,65</b>	<b>0,20</b>	<b>0,29</b>	<b>0,74</b>	0,66
Współczynnik korelacji liniowej Pearsona (r)	- 0,172	- 0,190	- 0,215	0,194	<b>- 0,199</b>
Poziom istotności	0,39	0,34	0,28	0,33	<b>0,46</b>

Źródło: Opracowanie Autorów / Source: Elaboration of the Authors

Analiza statystyczna przedstawiona w tabeli 3 nie wykazała statystycznie istotnej korelacji pomiędzy przepływami dopplerowskimi w tętnicy przedniej mózgu (ACA) a urodzeniową masą ciała w przedziale 2050 - 4400 g noworodków płci żeńskiej.

Tab. 4. Wartości współczynników korelacji rang Spearmana i współczynników korelacji liniowej Pearsona wraz z oceną istotności statystycznej zależności przepływów dopplerowskich w tętnicy przedniej mózgu (ACA) od urodzeniowej masy ciała noworodków płci męskiej

Tab. 4. The values of *Spearman's* rank correlation and *Pearson's* correlation coefficients together with an assessment of statistical significance based on Doppler flow *Anterior Cerebral Artery* (ACA) of birth weight of male newborns

Charakterystyka statystyczna	<i>Anterior Cerebral Artery</i>				
	V <sub>max</sub>	V <sub>min</sub>	V <sub>mean</sub>	RI	PI
Normalność rozkładu zmiennych	+,+	+,-	+,+	+,+	+,+
Liczebność grupy	40	40	40	40	17
Współczynnik korelacji rang Spearmana (r <sub>s</sub> )	- 0,056	<b>0,146</b>	0,097	- 0,073	0,144
Poziom istotności	0,73	<b>0,37</b>	0,55	0,65	0,58
Współczynnik korelacji liniowej Pearsona (r)	- <b>0,009</b>	0,263	<b>0,168</b>	- <b>0,127</b>	<b>0,097</b>
Poziom istotności	<b>0,96</b>	0,10	<b>0,30</b>	<b>0,43</b>	<b>0,71</b>

Źródło: Opracowanie Autorów / Source: Elaboration of the Authors

Nie wykazano statystycznie istotnej korelacji pomiędzy przepływami dopplerowskimi w tętnicy przedniej mózgu (ACA) a urodzeniową masą ciała w przedziale 1820 - 4330g noworodków płci męskiej. W analizowanym materiale nie odnaleziono istotnego statystycznie związku między przepływami dopplerowskim w tętnicy przedniej mózgu, a wiekiem ciążowym noworodków płci męskiej i żeńskiej. U noworodków donoszonych ma miejsce zwiększenie mózgowego przepływu krwi w porównaniu z okresem płodowym. Noworodki urodzone przedwcześnie wykazują tendencję przeciwną [9].

Podjęto, więc próbę zbadania istnienia korelacji między wartościami przepływu w badanej tętnicy, a masą urodzeniową noworodków. W tym przypadku również nie zaistniała istotna statystycznie zależność. Zmiany w mózgowym przepływie krwi u noworodka wynikają ze zmian adaptacyjnych zachodzących w układzie krążenia i w układzie oddechowych. Zjawiska to jest charakterystyczne dla okresu okołoporodowego [9], [10].

Zwiększenie mózgowego przepływu krwi charakterystyczne dla noworodków donoszonych, wynika z zapewnienia potrzeb ośrodkowego układu nerwowego w aspekcie metabolicznym i zapewnia optymalizację okresu adaptacji [11].

*Vasiljević* oceniał prędkość przepływu mózgowego krwi (CBFV), a także indeksy dopplerowskie w postaci wskaźnika RI i PI w tętnicy przedniej mózgowia u noworodków z wykluczonymi wadami wrodzonymi, niedokrwieniem okołoporodowym a także krwotocznymi zmianami w mózgowiu w zakresie wieku ciążowego od 26 do 40 tygodni oraz urodzeniową masą ciała w przedziale 750 - 400gram [12].

W wymienionej powyżej pracy wynika, że wartości prędkości przepływu mózgowego CBFV stopniowo wzrastają wraz z wiekiem ciążowym a także masą urodzeniową badanych noworodków.

Doniesienie te potwierdzają także tendencje opisywane w literaturze tematu przez innych autorów [13], [14]. Związane jest to jak podaje *Vasiljević* ze stopniowym wzrostem pojemności minutowej serca, ciśnienia krwi i zamknięcia przewodu tętniczego *Botalla*. Wraz z wiekiem ciążowym i masą ciała noworodka wzrastają także wartości wskaźników RI i PI, co wynika ze stopniowego dojrzewania oraz zmniejszenia oporu naczyń mózgowych [12]. Wartości współczynnika RI wykazują istotne korelacje ze zmianami w krążeniu mózgowym i są dobrym markerem tego krążenia, nie wykazano jednak związku pomiędzy wartością tego współczynnika a wiekiem ciążowym w dużych naczyniach mózgowych [15], [16].

## 5. Wniosek

Parametry przepływu krwi ( $V_{\max}$ ,  $V_{\text{mean}}$ ,  $V_{\min}$ , RI, PI), w tętnicy przedniej mózgowia *Anterior Cerebral Artery (ACA)* wydają się wykazywać słabą zależność z wiekiem ciążowym i urodzeniową masą ciała noworodka.

## Literatura

- [1] Michałowicz R., Józwiak S.: *Neurologia dziecięca*. Urban & Partner, 2000.
- [2] Yang F.: *Fetal biometry by an inexperienced operator using two- and three-dimensional ultrasound*. Wiley InterScience, Ultrasound Obstet Gynecol, 2010, No. 35, pp. 566-571
- [3] Mekel-Bobrov N., Posthuma D., Gilbert S. L. et al.: *The ongoing adaptive evolution of ASPM and Microcephalin is not explained by increased intelligence*. HMG Advance Access Published, 2007, No. 12.
- [4] Timpson N., Heron J., Smith G.D. et al.: *Comment on Papers by Evans et al. and Mekel-Bobrov et al. On Evidence for Positive Selection of MCPH1 and ASPM*. Science 24, Vol. 317 No. 5841 2007, p. 1036.
- [5] Kurjak A.: *Ultrasonografia dopplerowska mózgu noworodka*. [w:] *Neonatologia*. Poznań, OWN, 2000, pp. 564-566.
- [6] Bokiniec R.: *Dopplerowskie badania w neonatologii*. Roztoczańska Szkoła Ultrasonografii, Warszawa 2007.
- [7] Rhinn M., Picker A., Brand M.: *Global and local mechanisms of forebrain and midbrain patterning*, Curr. Opin. Neurobiol. 2006 February 16(1): 5-12. Epub 2006 Jan 18.
- [8] De Graaf-Peters V.B., Hadders-Algra M.: *Ontogeny of the human central nervous system: what is happening when?*, Early Hum. Dev.; 2006, 82(4), pp.257-66, 2006.
- [9] Chomczyk I. i wsp.: *Wyniki oceny fotoantropometrycznej twarzy w grupie zdrowych noworodków*. Prz Pediatr. 2004, Vol. 34, No ¾, pp. 188-195.
- [10] Hüppi PS, Warfield S, Kikinis R, et al.: *Quantitative magnetic resonance imaging of brain development in premature and mature newborns*. Ann Neurol. 1998 February 43(2), pp. 224-235.
- [11] Kaliszewska-Drozdowska M.D.: *Rozwój fizyczny dziecka w wieku od 0 do 3 lat*. (red. A. Malinowski) Dziecko Poznańskie, Poznań, 1976.
- [12] Pierzak J.: *Wymiary ciemiączka przedniego, jako wskaźnik zaawansowania rozwoju noworodka*. Praca magisterska, 2007.
- [13] Walocha J., i wsp.: *Anatomia prawidłowa człowieka*. Wyd. Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków, 2003.
- [14] Haworka E.: *Położnictwo*. PZWL, Warszawa 1965.
- [15] Kulewicz M.: *Wzrost i rozwój twarzoczaszki*. Acta Clinica, 2002, t. II, No. 2, pp. 168-178.
- [16] Currat M., Excoffier L., Maddison W.: *Comment on Ongoing adaptive evolution of ASPM, a brain size determinant in Homo sapiens and Microcephalin, a gene regulating brain size, continues to evolve adaptively in humans*. Science, 313 (5784), p. 172, 2006, Continues to evolve adaptively in humans. Science, 313 (5784), p. 172, 2006.