

Zakład Neuroradiologii i Rentgenodiagnostyki. Instytut Radiologii.  
Akademia Medyczna w Lublinie  
Kierownik: prof. dr hab. Stanisław Bryc

Janusz ZŁOMANIEC, Stanisław BRYC

**Badania naczyniowe mózgu a utlenowanie krwi i równowaga  
kwasowo-zasadowa**

Мозговая ангиография и окисление крови и кислотно-щелочное равновесие

Relation of Vascular Investigations of the Brain to Oxygenation of Blood  
and Acid-base Equilibrium

Mimo powszechnego stosowania badań naczyniowych mózgu, głównie w celach rozpoznawczych, a ostatnio także leczniczych, problem neurotoksyczności wywołany przede wszystkim środkami cieniującymi jest w dalszym ciągu otwarty (4, 5, 14). Szkodliwe ich działanie, będące wynikiem procesów biochemicznych, szczególnie wzrasta w niektórych schorzeniach zwiększających przepuszczalność naczyń włosowatych mózgu (5, 9). Dodatkowym czynnikiem ujemnym jest pobudzenie emocjonalne oraz uraz operacyjny mogący podrażniać chemoreceptory zatoki szyjnej, uczestniczące, jak wiadomo, w procesie regulacji oddychania.

Zachodzi zatem ścisła zależność między napięciem naczyń mózgowych, czynnością kłębka szyjnego, neuronów oddechowych, przepływu krwi i utlenieniem mózgu a stanem gazów krwi, szczególnie dwutlenku węgla (3, 6, 8, 10, 13, 15).

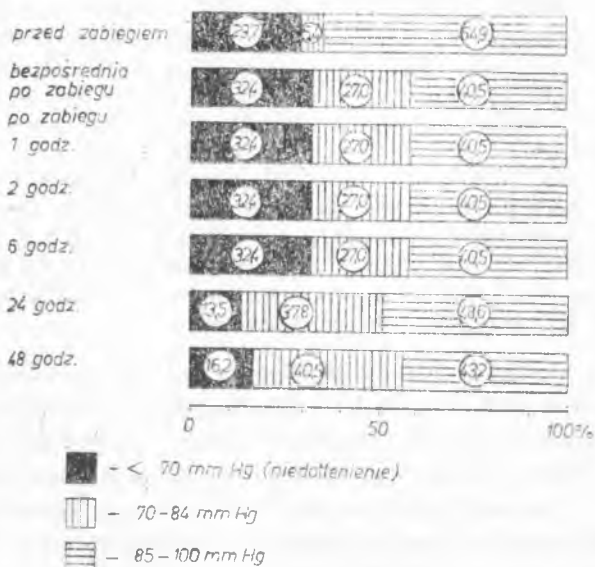
Brak doniesień w piśmiennictwie krajowym skłonił nas do badań nad wpływem wspomnianych czynników na stopień utlenowania arterializowanej krwi naczyń włosowatych i równowagę kwasowo-zasadową.

Badania te przeprowadzono u 74 chorych obojga płci, których wiek wahał się w granicach 19—72 lat. Arteriografię u tych osób wykonywano ze wskazań klinicznych. We wszystkich przypadkach nie wykazano odchyień od normy. Natomiast chorych ze schorzeniami śródczaszkowymi wyłączono, bowiem będzie to tematem osobnego doniesienia. Badania naczyniowe przeprowadzano w znieczuleniu miejscowym. Uwzględniono jedynie chorych, którzy zarówno przed, jak i po zabiegu nie otrzymywali leków wpływających na równowagę kwasowo-zasadową. Oznaczano ciśnienie parcjalne tlenu ( $PO_2$ ), wysycenie tlenowe Hb ( $SO_2$ ), ciśnienie par-

cyjnie dwutlenku węgla ( $PCO_2$ ), pH krwi, wartość standardowych i aktualnych dwuwęglanów ( $SHCO_3$  i  $AHCO_3$ ), niedobór lub nadmiar zasad buforujących (NZ). Oznaczeń dokonano aparatem Astrupa-micro firmy Radiometer. Arterializowaną krew pobierano z opuszki palca. Badania wykonywano: 1) przed zabiegiem, 2) bezpośrednio po zabiegu, 3) 1 godz. po zabiegu, 4) 2 godz., 5) 6 godz., 6) 24 godz., 7) 48 godz. po zabiegu.

Tabela 1

Czas pomiarów	Zawartość $PO_2$ w mm Hg			Częstość w % wartości $PO_2$			Kierunek zmian po zabiegu w %			Istotność zmian	
	od	do	średnio	70	70—84	85—100	spadek	bez zmian	wzrost	$\chi^2$	P
Przed zabiegiem	66	100	85,7	29,7	5,4	64,9	—	—	—	—	—
Bezpośrednio po zabiegu	44	95	72,8	32,4	27,0	40,5	100	—	—	74	0,001
Po zabiegu											
1 godz.	47	93	73,6	32,4	27,0	40,5	100	—	—	74	0,001
2 godz.	47	94	73,9	32,4	27,0	40,5	100	—	—	74	0,001
6 godz.	54	94	76,0	32,4	27,0	40,5	100	—	—	74	0,001
24 godz.	64	98	82,9	13,5	37,8	48,6	81,1	0	18,9	29	0,001
48 godz.	65	98	81,6	16,2	40,5	43,2	82,4	1,4	16,2	33	0,001



Ryc. 1. Analiza procentowa wartości  $PO_2$   
Per cent  $PO_2$  values

Ciśnienie parcjalne tlenu ( $PO_2$ ) zestawiono w tab. 1 oraz zilustrowano na ryc. 1. Okazało się, że po zabiegu średnie jego wartości wyjściowe, przewyższając granice normy wiekowej ustalonej przez Sorbiniego (16), obniżają się o 12,9 mm Hg. Dopiero po 24 godz. średnia wartość  $PO_2$  była najbardziej zbliżona do wartości stwierdzanej przed zabiegiem, mimo wzrostu utlenowania krwi, występującego w dalszych badaniach kontrolnych. Jednakże i po 24 godz. aż 81% badanych miało wartości  $PO_2$  niższe niż przed angiografią. Różnice indywidualne przed i po zabiegu wynosiły od -11 (spadek) do +6 (wzrost), wykazując średnio spadek o 2,86, który okazał się wysoce istotny ( $t=6,60$ ;  $P>0,001$ ). W przebiegu zabiegu diagnostycznego obserwowano zatem obniżenie wartości  $PO_2$ , które jeszcze po 24 godz. są niższe od wartości wyjściowych.

Należy zaznaczyć, że na średnie wartości całego materiału duży wpływ wywarła grupa 11 chorych, u których klinicznie w różnym stopniu były zaznaczone objawy rozedmy, zespołu płucno-sercowego i przewlekłej niewydolności krążenia w stadium wyrównania. Badania w tej grupie osób wykonywano nagle ze wskazań życiowych. Wartości wyjściowe wykazywały już upośledzone utlenowanie krwi (średnie  $PO_2=68$  mm Hg). Po badaniu występował spadek w granicach 18—22 mm Hg. Częściowy powrót do obniżonych wartości wyjściowych występował w tej grupie osób po 48 godz. Jednakże u 4 chorych wartości utrzymywały się nadal niższe od wyjściowych.

Niedobór bądź nadmiar zasad buforujących — NZ zestawiono w tab. 2 i zilustrowano na ryc. 2. W czasie 48 godz. po zabiegu obserwowano:

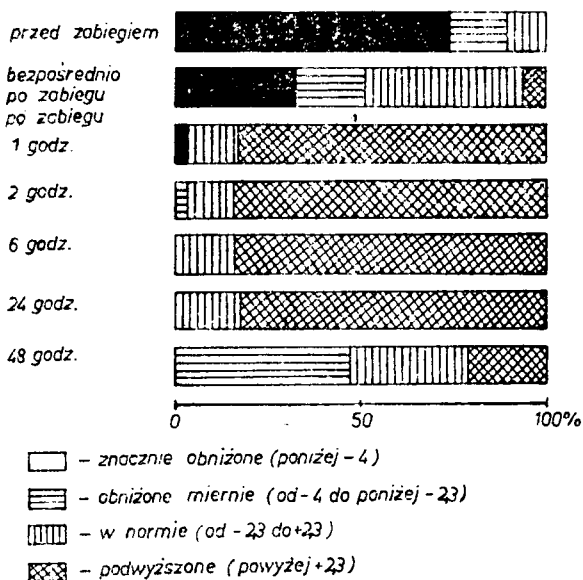
1. Zanik wartości znacznie obniżonych (z 73% przed do 0% po 24 godz.).
2. Ustabilizowanie NZ w znacznie mniejszym zakresie. Wariancja NZ z 7,59 w okresie przed badaniem zmniejszyła się wysoce istotnie po 48 godz. po angiografii ( $F=4,17$ ;  $P>0,001$ ). W czasie zabiegu i po zabiegu obserwowano więc wzrost NZ. Pojawia się on nieco później niż spadek  $PO_2$ , a mianowicie dopiero po godzinie. Wartości podwyższone zmniejszają się po 24 godz. W przebiegu angiografii stwierdzono zatem podwyższenie NZ, eliminację wartości znacznie obniżonych, a więc poniżej -4 m Eg/l.

Pozostałe wskaźniki, jak wynika z tab. 3, ulegały w znacznie mniejszym zakresie zmianom w czasie zabiegu.

Jeśli idzie o wysycenie tlenowe Hb- $SO_2$ , to w grupie 11 chorych z niewydolnością oddechowo-krążeniową stwierdzono wartości obniżone zarówno przed, jak i po zabiegu. Ciśnienie parcjalne  $PCO_2$  we krwi u 8 chorych z objawami niewydolności krążeniowo-oddechowej było zwiększone (średnia 48 mm Hg), w okresie po zabiegu notowano dalszy wzrost (średnia 53 mm Hg). Natomiast u 23 badanych wartości wyjściowe  $PCO_2$  były obniżone przy podwyższonym niedoborze zasad. Średnie wartości wyjściowe

Tabela 2

Czas pomiarów	NZ w m Eg/l			Wyszczególnienie częstości w %			
	od	do	średnio	znaczenie (bardzo) obniżona	obniżona	w normie	podwyższona
Przed zabiegiem	-11	-0,5	-6,5	73	16,2	10,8	0
Bezpośrednio po zabiegu	-9	+8	-3,1	32,4	18,9	43,2	5,4
Po zabiegu							
1 godz.	-5	+4,5	+0,6	2,7	0	13,5	83,8
2 godz.	-3	+5,1	+0,6	0	2,7	13,5	83,8
6 godz.	-1,5	+6,7	+1,4	0	0	16,2	83,8
24 godz.	+0,5	+7	+1,2	0	0	17,6	82,4
48 godz.	-4	+1	-0,9	0	47	32	21



Ryc. 2. Zmiany procentowe wartości NZ  
 Per cent NZ values

całego materiału znajdowały się zatem poniżej dolnej granicy normy. Dopiero po zabiegu wykazywały w kolejnych badaniach tendencję wzrostową, aż do granic normy.

Wartości pH były obniżone u 9 chorych z przewlekłą kwasicą oddechową. Jednakże po zabiegu i w kolejnych badaniach kontrolnych występował wzrost pH.

Tabela 3

Kolejność badan	SO <sub>2</sub> w %		PCO <sub>2</sub> w mm Hg		pH		SHCO <sub>2</sub> w m Eg/l		AHCO <sub>2</sub> w m Eg/l						
	wartości		wartości		wartości		wartości		wartości						
	skrajne	śred- nie	skrajne	śred- nie	skrajne	śred- nie	skrajne	śred- nie	skrajne	śred- nie					
Przed zabiegiem	92	97,4	96	28	52	33,1	7,28	7,43	7,35	17,2	26,4	21,8	13,5	23,6	18
Bezpośrednio po zabiegu	90,4	95,4	94,4	26	59	36,1	7,25	7,51	7,38	18,5	31,5	23,4	15	32,5	21,2
Po zabiegu															
1 godz.	91	95,6	94,7	25	56	41	7,32	7,48	7,40	21,4	28,5	24,5	18	29	25
2 godz.	91,2	95,9	94,9	27	56	41	7,34	7,48	7,40	21,2	28,4	24,5	19,4	29	25
6 godz.	91	97,2	95,4	32	53	41,6	7,34	7,49	7,41	22	26,1	25	29,2	29	26
24 godz.	91,3	97	96,2	37	49	42,5	7,39	7,48	7,40	24	27	24,5	24,4	32	26,1
48 godz.	91,8	97,6	95,9	35	46	39,3	7,36	7,42	7,39	22,4	26	24	21,8	22,5	23,5

Średnie wartości standardowych dwuwęglanów  $\text{SHCO}_3$  wykazywały tendencję wzrostową w granicach normy. Zawartość aktualnych dwuwęglanów  $\text{AHCO}_3$  była obniżona u większości badanych przed zabiegiem, przy czym u 23 osób występował niedobór zasad buforujących. Po zabiegu nastąpiło wyrównanie wartości.

Jak wynika z przytoczonych danych, w przebiegu badania angiograficznego występowały różnorodne zmiany poszczególnych wskaźników równowagi kwasowo-zasadowej. Stopień utlenowania krwi uległ obniżeniu. Zmiany obserwowane w grupie chorych z niewydolnością krążeniowo-oddechową występowały w następstwie zespołu płucno-sercowego i przewlekłej niewydolności krążenia. Wyjściowe wartości upośledzonego utlenowania krwi u tych osób ulegały znamiennej zmianie po angiografii. Uszkodzone serce i niewydolny układ krążenia mogą być bardziej wrażliwe na środki cieniujące oraz dodatkowe czynniki obciążające, zwłaszcza w warunkach napięcia emocjonalnego i zwiększonego zapotrzebowania tlenowego ustroju. Nasilenie tych zmian może służyć do określenia stopnia uszkodzenia układu krążenia.

Okresowe niedotlenienie obserwowali *A m u n d s e n* i wsp. (1) u 3 osób podczas angiografii tt. szyjnych. *K a f t o r i* i wsp. (7) obserwowali dalsze pogorszenie się utleniania po angiografii naczyń wieńcowych. Celowe byłoby zatem stosowanie tlenoterapii w postaci mieszaniny tlenu z  $\text{CO}_2$  w czasie badania oraz w I dobie po zabiegu. Dodatek  $\text{CO}_2$  zwiększa bowiem przepływ krwi, poszerzając naczynia mózgu. Ujawnienie występowania kwasicy oddechowej może chronić badanych przed środkami farmakologicznymi używanymi do premedykacji, a działającymi depresyjnie na ośrodek oddechowy. *L i c h t m a n* i wsp. (11) przypisują środkowi cieniującemu wpływ na obniżenie  $\text{pH}$  krwi w badaniach naczyniowych nerek i naczyń wieńcowych. Zaobserwowano ścisłą zależność między zmianami  $\text{pH}$  a ilością i stężeniem kontrastu we krwi (7, 11). Brak obniżenia średniej  $\text{pH}$  w naszym materiale należy tłumaczyć niskim stężeniem kontrastu we krwi (ok. 30 ml). *F r e i t a g* i wsp. (4) podkreślają istotę znaczenia ilości wstrzykniętego kontrastu w występowaniu powikłań po badaniach naczyniowych mózgu.

Wydaje się, że napięcie naczyń i wielkość przepływu mózgowego są niemal ilościowo związane z poziomem  $\text{PCO}_2$  we krwi (10). Wartości tego wskaźnika posiadają bowiem wpływ na proces regulacji kwasowo-zasadowej układu nerwowego (2, 6, 12). Średnia zawartość  $\text{PCO}_2$  w naszym materiale wykazuje wzrost wartości w kierunku prawidłowym po angiografii. U osób z niewydolnością krążeniowo-oddechową dalszy wzrost już i tak podwyższonego  $\text{PCO}_2$ , połączony z niedotlenieniem, zasługuje na szczególną uwagę. Natomiast u chorych ze sprawnym układem krążeniowo-oddechowym obserwowano niewielkie obniżenie  $\text{PCO}_2$  wskutek spon-

tanicznie zwiększonej hiperwentylacji, zwłaszcza w przypadku ograniczonej świadomości.

Napięcie nerwowe uwarunkowane przez mechanizmy ośrodkowo-nerwowe, nadmierna wentylacja występująca u większości badanych, wywołała w 14 przypadkach przemijającą zasadowicę oddechową. Wentylacja zmieniała się zazwyczaj równolegle z wahaniami stanu emocjonalnego. Natomiast u 9 osób z tendencją do kwasicy oddechowej angiografia pogłębiała ten stan. Istniejący deficyt tlenowy nasilał się bowiem w przebiegu badania.

Z przytoczonych rozważań wynika celowość wykonywania przed zabiegiem badań gazometrycznych krwi. Pozwalają one bowiem na ujawnienie istniejących zaburzeń równowagi kwasowo-zasadowej u osób ze schorzeniami układu oddechowego i krążenia. Właściwe postępowanie w takich przypadkach wykluczy szkodliwość nasilenia się tych zaburzeń po angiografii.

#### PIŚMIENNICTWO

- 1 Amundsen P. i wsp.: *Acta radiol.* **1**, 164—172, 1963.
- 2 Burnett R., Noonan D.: *Clin. Chem.* **20**, 1499—1506, 1974.
- 3 Gordon E.: *Acta Anaesth. Scand. Aarhus. Suppl.* **XXXIX**, 1971.
- 4 Freitag R. i wsp.: *Radiol. Diagn.* **13**, 393—403, 1972.
- 5 Gonsette R.: *Acta radiol.* **13**, 889—904, 1972.
- 6 Jurgens G.: *Ursachen der niedrigen arteriellen CO<sub>2</sub> und O<sub>2</sub> — drucke des Säuglings.* Bonn 1967, 5—78.
- 7 Kaftori J., Paulin S.: *Invest. Radiol.* **9**, 351—355, 1974.
- 8 Kokot F.: *Gospodarka wodno-elektrolitowa i kwasowo-zasadowa w stanach fizjologii i patologii.* PZWL, Warszawa 1976.
- 9 Kutt H. i wsp.: *Acta radiol.* **5**, 276—289, 1966.
- 10 Lambertsen C. i wsp.: *J. App. Physiol.* **16**, 473—484, 1961.
- 11 Lichtman M. i wsp.: *Circulation* **52**, 943—950, 1975.
- 12 Manfredi F.: *J. Lab. Clin. Med.* **59**, 128—136, 1962.
- 13 Powell R.: *J. Kentucky Med. Ass.* **72**, 609—615, 1974.
- 14 Rapoport S., Levitan H.: *Am. J. Roentgenol.* **122**, 186—193, 1974.
- 15 Siggaard-Andersen O.: *Scand. J. Clin. Lab. Invest. Vol. 15, Suppl.* **70**, Oslo 1963.
- 16 Sorbini C.: *Respiration* **22**, 3—12, 1968.

Otrzymano 31 X 1979.

#### РЕЗЮМЕ

Авторы провели газометрические обследования крови 74 больных во время мозговой ангиографии. Они установили статистически существенную разницу показателей PO<sub>2</sub> и NZ проявившуюся особенно у больных с респираторно-циркуляционной недостаточностью. Из анализа эмпирических фактов вытекает це-

лесообразность проведения газометрического обследования крови до исследования мозговых сосудов. Адекватное терапевтическое воздействие на больных с респираторно-циркуляционной недостаточностью исключает вредность усугубления нарушений в окислении крови и в кислотно-щелочном равновесии после ангиографии мозговых сосудов.

#### SUMMARY

Gasometric investigations of the blood have been carried out in 74 patients during cerebral angiography. Important statistical differences in the value of  $PO_2$  and NZ have been shown, especially in the patients with respiratory and circulatory insufficiencies. On the basis of the collected data it seems advisable to carry out gasometric investigations of the blood prior to vascular surgery of the brain. Proper treatment of the patients with respiratory and circulatory insufficiencies will prevent harmful effects in the blood oxygenation and in acid-base equilibrium which may occur during angiographic examinations.