

Nieinwazyjna ocena układu krążenia przy użyciu urządzenia Nexfin pozwala na ocenę ryzyka wystąpienia hipotensji spowodowanej znieczuleniem podpajęczynówkowym

Non-invasive haemodynamic measurements with Nexfin predict the risk of hypotension following spinal anaesthesia

Marzena Ławicka¹, Andrzej Małek¹, Damian Antczak¹, Anita Wajlonis¹, Radosław Owczuk²

¹Oddział Anestezjologii i Intensywnej Terapii Szpitala Specjalistycznego im. F. Ceynowy w Wejherowie

²Klinika Anestezjologii i Intensywnej Terapii Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego

Abstract

Background: Unfavourable circulatory system conditions have been observed in many patients with spinal anaesthesia. The most frequent symptoms include a decrease in blood pressure and, less frequently, bradycardia. The appearance of unfavourable consequences of spinal anaesthesia might be related to the initial status of the patient's circulatory system. The aim of this study was to establish the possibility of predicting unfavourable circulatory consequences (hypotension, bradycardia) following spinal anaesthesia, based on non-invasive haemodynamic assessment with a Nexfin device.

Methods: This prospective study included 100 18–60-year-old ASA I or II planned spinal anaesthesia patients. The initial hemodynamic parameters were assessed with a Nexfin monitor. Anaesthesia was performed with 3–3.5 mL of a 0.5% hyperbaric bupivacaine solution. Within 20 min after the administration of anaesthesia, the arterial blood pressure values, heart rate, sensory blockade level, and motoric blockade level were recorded in 5-min intervals. Hypotension was classified by a decrease of SAP < 90 mm Hg and/or the decrease of the SAP ≥ 20% initial value. Logistic regression was used to determine the independent predictors of hypotension resulting from a spinal blockade.

Results: The development of hypotension and bradycardia was observed in 39 and 2%, respectively, of the patients. The patients who developed hypotension differed significantly from those who did not develop this symptom, with the main difference being the body mass and the assessment on the ASA scale. The patients who developed hypotension after spinal anaesthesia differed significantly in the initial hemodynamic parameters (SAP, MAP, SVRI). The following two independent risk factors for hypotension were isolated: the mean arterial pressure (OR 1.04; 95% CI: 1.005–1.076) and the systemic vascular resistance index (OR 1.109; 95% CI: 1.021–1.204).

Conclusions: Nexfin-based non-invasive haemodynamic monitoring might be helpful in the identification of individuals with a high risk of hypotension following spinal blockade.

Key words: spinal anaesthesia, side effects, bradycardia, hypotension; haemodynamic monitoring, non-invasive, Nexfin

Słowa kluczowe: znieczulenie podpajęczynówkowe, objawy niepożądane, bradykardia, hipotensja; monitorowanie hemodynamiczne, nieinwazyjne, Nexfin

Anestezjologia Intensywna Terapia 2015, tom XLVII, nr 4, 314–320

Należy cytować anglojęzyczną wersję: Ławicka M, Małek A, Antczak D, Wajlonis A, Owczuk R: Non-invasive haemodynamic measurements with Nexfin allow to predict the risk of hypotension following spinal anaesthesia. *Anaesthesiol Intensive Ther* 2015; 47: 303–308. 10.5603/AIT.2015.0048.

Znieczulenie podpajęczynówkowe (POP) jest bezpieczną metodą zapewnienia bezbolesności podczas wielu rodzajów operacji. Do najczęstszych zdarzeń niepożądanych tego znieczulenia należą hipotensja i bradykardia. Częstość występowania tej pierwszej jest szacowana na 15–38%, istotne zwolnienie częstości akcji serca (AS) występuje rzadziej — w około 10% znieczuleń [1–3]. Bardzo ciężkie powikłania w postaci zatrzymania krążenia zdarzają się niezwykle rzadko.

Występowanie i stopień nasilenia zaburzeń hemodynamicznych po wykonaniu POP są nieprzewidywalne. Nie udało się jak dotąd wyodrębnić w sposób jednoznaczny czynników ryzyka ich wystąpienia, co pozwoliłoby na wdrażanie procedur zapobiegawczych. Wydaje się, że mogą mieć one związek z wyjściowym stanem układu krążenia, lecz jak dotąd niewiele wiadomo na ten temat. Wynika to głównie z inwazyjności metod służących do pogłębionej oceny czynności układu sercowo-naczyniowego. Współczesna technologia medyczna dostarcza narzędzi, które pozwalają na nieinwazyjne oszacowanie wartości niektórych parametrów hemodynamicznych. Na nieinwazyjnej technologii oparte jest działanie urządzenia Nexfin (Bmeye, Amsterdam, Holandia). Nexfin wykorzystuje zaawansowany model rekonstrukcji fali ciśnienia na poziomie tętnicy ramiennej i aorty, uzupełniony o specjalne algorytmy kalibracji dynamicznej (Physiocal) i hydrostatycznej (HRS). Pozwala on na pomiar następujących parametrów: ciśnienie skurczowe (SAP, *systolic arterial pressure*), rozkurczowe (DAP, *diastolic arterial pressure*), średnie (MAP, *mean arterial pressure*), AS, oraz oblicza i podaje w formie numerycznej i trendów wartości rzutu serca (CO, *cardiac output*), wskaźnika rzutu serca (CI, *cardiac index*), objętości wyrzutowej (SV, *stroke volume*) [4].

Celem badania było ustalenie, czy za pomocą prostych, nieinwazyjnych badań hemodynamicznych i danych antropometrycznych uda się wyodrębnić czynniki ryzyka niekorzystnych następstw krążeniowych znieczulenia podpajęczynówkowego — hipotensji i bradykardii.

METODYKA

Na przeprowadzenie badań uzyskano zgodę Niezależnej Komisji Bioetycznej do Spraw Badań Naukowych przy Gdańskim Uniwersytecie Medycznym. Badanie miało charakter prospektywny i włączono do niego, po uprzednim uzyskaniu świadomej pisemnej zgody, 100 chorych obu płci, poddawanych planowym zabiegom chirurgicznym. Kryteria włączenia obejmowały: wiek od 18 do 60 lat, ocenę w skali ASA na I lub II, kwalifikację do operacji rutynowo wykonywanej w znieczuleniu podpajęczynówkowym. Kryteria wyłączenia z badania stanowiły: brak zgody pacjenta na udział w badaniu, brak zgody na wykonanie POP, przeciwwskazania do wykonywania blokady podpajęczynówkowej, uczulenie na leki znieczulające miejscowo w wywiadzie oraz współist-

niejące choroby: nadciśnienie tętnicze, cukrzyca, choroba niedokrwienna serca, zaburzenia rytmu i przewodzenia.

Pacjenci biorący udział w badaniu w dniu poprzedzającym zabieg od godziny 20:00 nie przyjmowali pokarmów, ale mogli spożywać płyny do północy. W dniu zabiegu, 30 minut przed przewiezieniem na blok operacyjny otrzymywali w premedykacji midazolam doustnie w dawce 7,5 mg. Po przewiezieniu pacjenta na blok operacyjny zakładano mu w pozycji leżącej na plecach kaniulę do żyły prawej kończyny górnej, w celu podaży podczas badania płynu wieloelektrolitowego w objętości nie większej niż 200 ml. Dokonywano pomiarów ciśnienia tętniczego metodą klasyczną (oscylometryczną) przy użyciu mankieta zakładanego na prawe ramię. Dokonywano również pomiarów wysycenia hemoglobiny krwi tętniczej za pomocą pulsoksymetrii przezskórnej i monitorowano ciągle zapis krzywej EKG z odprowadzenia II. Na palec wskazujący lub serdeczny lewej kończyny górnej zakładano odpowiedni do wielkości palca mankieta pomiarowy urządzenia Nexfin. Następnie zakładano i podłączano dwa czujniki statyczne ciśnienia, jeden na wolny palec lewej ręki, a drugi przyklejano na poziomie serca. Przewody pomiarowe czujników i mankieta zbiegały się w module pomiarowym, który był umieszczany nad lewym nadgarstkiem. Odnotowywano wyjściowe (sprzed POP) wartości: SV, wyliczonego wskaźnika objętości wyrzutowej serca (SVI, *stroke volume index*), pojemności minutowej serca (CO), CI, SVR. Samodzielnie wyliczano wskaźnik systemowego oporu naczyniowego (SVRI, *systemic vascular resistance index*) według wzoru: $SVRI = 80 (MAP - RAP) \times CI^{-1}$, gdzie RAP (*right atrial pressure*) — ciśnienie w prawym przedsionku. Wartość RAP przyjęto arbitralnie na poziomie 4 mm Hg, ponieważ stosowane metody nieinwazyjne nie pozwalały na ustalenie jego prawdziwej wartości. Założono, że jest to średnia wartość tego parametru u osób bez obciążeń ze strony układu krążenia (na podstawie [5]).

Znieczulenia dokonywano w pozycji siedzącej na wysokości między L3-L4 lub L4-L5. Do znieczulenia używano igły 26 G (Atraucan, B-Braun Melsungen AG, Melsungen, Niemcy). Podawano 0,5% hiperbaryczny roztwór bupiwakainy (Marcaïne Spinal Heavy, Astra Zeneca, Szwecja) w objętości 3,0 do 3,5 ml. Po wykonaniu znieczulenia pacjent był układany w pozycji na plecach i przez kolejnych 20 minut, w odstępach pięciominutowych, odnotowywano wartość mierzonego nieinwazyjnie metodą klasyczną ciśnienia tętniczego, akcji serca. W tych samych punktach pomiarowych oceniano poziom blokady czuciowej (test czucia zimna) i stopień blokady ruchowej oceniany według skali Bromage'a (tab. 1).

Za hipotensję uważano zmniejszenie wartości $SAP < 90$ mm Hg i/lub zmniejszenie wartości $SAP \geq 20\%$ wartości wyjściowej, co determinowało podział chorych na dwie grupy: H0 — grupa chorych, u których nie doszło

Tabela 1. Skala Bromage'a

Stopień blokady ruchowej	Opis
Bromage 0	Brak blokady (zachowana pełna ruchomość w stawach kolanowych i skokowych)
Bromage 1	Częściowy blok (stopy w pełni ruchome, w stawach kolanowych tylko ograniczone ruchy)
Bromage 2	Prawie całkowity blok (brak ruchomości w stawach kolanowych przy zachowanej ruchomości stóp)
Bromage 3	Blok całkowity (całkowity brak ruchomości kończyn dolnych)

do istotnego zmniejszenia ciśnienia tętniczego, i H1 — grupa chorych, u których rozwinęła się istotna hipotensja. Za bradykardię uznawano zmniejszenie AS poniżej 50 min⁻¹.

W przypadku spadku ciśnienia tętniczego wymagającego leczenia podawano efedrynę w dawce 5 mg dożylnie, powtarzanej do dawki skutecznej, ale nieprzekraczającej łącznie 25 mg. Podaż efedryny była również uzależniona od samopoczucia pacjenta i zgłaszanych przez niego dolegliwości. W przypadku wystąpienia bradykardii poniżej 50 min⁻¹ podawano atropinę w dawce 0,5 do 1,0 mg dożylnie.

Analizę statystyczną przeprowadzono przy użyciu oprogramowania Statistica 10.0 PL (StatSoft, Tulsa, USA). Liczebność grupy badanej określono na 100 osób. Założono, że do wieloczynnikowej regresji logistycznej zostanie włączonych maksymalnie 10 parametrów, które w analizie jednoczynnikowej osiągną poziom istotności $p < 0,20$. Dane w skali interwałowej weryfikowano pod kątem normalności rozkładu testem W Shapiro i Wilka, a w przypadku analiz porównawczych również pod kątem jednorodności wariancji (test Levene'a). W przypadku porównań dwóch grup danych stosowano test *t*-Studenta dla zmiennych niepowiązanych lub modyfikację tego testu z oddzielną analizą wariancji. W porównaniach wielokrotnych stosowano test ANOVA dla powtarzanych pomiarów. W uzasadnionych przypadkach stosowano test *post-hoc* HSD (*honest significant difference*) Tukeya. Dane w skali nominalnej porównywano przy pomocy testu χ^2 lub dokładnego testu Fishera-Snedecora. Dla ustalenia czynników ryzyka zdarzeń niepożądanych stosowano metodę regresji logistycznej z estymacją quasi-

Tabela 2. Charakterystyka demograficzna i dane dotyczące znieczulenia w badanej grupie. Podano średnie (95% CI dla średnich) lub n

Parametr	
Wiek (lata)	39,4 (37,0–41,7)
Masa ciała (kg)	78,7 (76,0–81,4)
Wzrost (cm)	172,5 (171,7–174,4)
BMI (kg m ⁻²)	26,4 (25,6–27,2)
ASA I/ASA II	86/14
Objętość leku znieczulającego miejscowo (ml)	3,4 (3,3–3,4)
Poziom nakłucia przestrzeni podpajęczynówkowej L3-L4/L4-L5	72/28

-Newtona. Do analizy wieloczynnikowej krokowej wstecznej włączano parametry, które w analizie wieloczynnikowej uzyskały wartość $p < 0,20$. We wszystkich analizach za istotną przyjmowano wartość $p < 0,05$.

WYNIKI

Parametry demograficzne i dane dotyczące znieczulenia dla całej populacji badanej przedstawiono w tabeli 2, a charakterystykę blokady w tabeli 3.

Do istotnego zmniejszenia wartości ciśnienia tętniczego po znieczuleniu podpajęczynówkowym doszło u 39 osób (39%), które zakwalifikowano do grupy H1. Pozostałe 61 osób (61%), które nie rozwinęły hipotensji włączono do grupy H0. Bradykardię stwierdzono w ciągu całego badania u dwóch osób (2% badanej populacji).

Tabela 3. Charakterystyka blokady podpajęczynówkowej. Blokada ruchowa — liczba pacjentów w zależności od oceny w skali Bromage'a w poszczególnych punktach pomiarowych; blokada czuciowa — liczba znieczulonych segmentów (powyżej poziomu L1) w odpowiednich punktach czasowych badania w całej populacji, przedstawiono mediany (25–75 percentyl)

	5. minuta	10. minuta	15. minuta	20. minuta
Blokada ruchowa				
Bromage 0	0	0	0	0
Bromage 1	29	2	1	1
Bromage 2	56	43	23	16
Bromage 3	15	55	76	83
Blokada czuciowa				
Poziom znieczulenia	3 (1–5)	6 (3–6)	7 (6–10)	7 (6–10)

Tabela 4. Porównanie danych demograficznych i wyjściowych parametrów hemodynamicznych (sprzed znieczulenia) dla grup H0 i H1. Przedstawiono średnie (95% CI dla średnich) lub n

	Grupa H0	Grupa H1	Wartość p
Wiek (lata)	38,4 (35,5–41,3)	40,8 (36,8–44,8)	0,33
Masa ciała (kg)	77,6 (74,1–81,0)	80,4 (75,8–85,0)	0,31
Wzrost (cm)	174 (171–176)	171 (167–174)	0,13
BMI (kg m ⁻²)	25,6 (24,8–26,4)	27,6 (26,1–29,1)	0,01
ASA I/ASA II	57/4	30/9	0,04
Kobiety/Mężczyźni	25/36	23/16	0,08
Objętość LZM (ml)	3,35 (3,30–3,39)	3,41 (3,36–3,46)	0,09
Poziom nakłucia L3-L4/L4-L5	42/19	30/9	0,38
Akcja serca (min ⁻¹)	76 (72–79)	74 (71–77)	0,46
SAP (mm Hg)	121 (118–125)	129 (124–134)	0,01
DAP (mm Hg)	75 (73–77)	78 (75–82)	0,08
MAP (mm Hg)	93 (90–96)	92 (95–104)	0,01
CO (l min ⁻¹)	6,6 (6,3–7,0)	6,7 (6,0–7,4)	0,78
CI (l min ⁻¹ m ⁻²)	3,5 (3,3–3,6)	3,4 (3,1–3,7)	0,78
SV (ml skurcz ⁻¹)	89,2 (84,2–94,3)	86,6 (82,3–90,9)	0,45
SVI (ml skurcz ⁻¹ m ⁻²)	46,1 (44,0–48,4)	44,6 (42,7–46,4)	0,29
SVR (dyna s cm ⁻⁵)	1185 (1109–1261)	1306 (1194–1418)	0,06
SVRI (dyna s cm ⁻⁵ m ⁻²)	2104 (1982–2225)	2337 (2135–2539)	0,036

Objaśnienia skrótów w tekście

W związku ze sporadycznym wystąpieniem bradykardii, analizę porównawczą grup oraz analizę czynników ryzyka niepożądanych następstw POP przeprowadzono wyłącznie w oparciu o fakt wystąpienia hipotensji.

W tabeli 4 przedstawiono porównanie danych demograficznych i wyjściowych parametrów hemodynamicznych (sprzed znieczulenia) dla grup H0 i H1. Liczba znieczulonych segmentów oraz natężenie blokady ruchowej nie różniły się między grupami w żadnym z punktów pomiarowych. Wyniki jednoczynnikowej analizy czynników ryzyka wystąpienie hipotensji przeprowadzonej metodą regresji logistycznej przedstawiono w tabeli 5. Analiza wieloczynnikowa pozwoliła na wyodrębnienie dwóch niezależnych czynników ryzyka hipotensji związanej ze znieczuleniem podpajęczynówkowym: wartość MAP przed znieczuleniem (OR 1,040; 95% CI dla OR: 1,005–1,076; p = 0,023) oraz wyjściowy SVRI (OR 1,109; 95% CI dla OR: 1,021–1,204; p = 0,013). Wartość p dla testu Walda dla tych parametrów wyniosła odpowiednio 0,021 i 0,013.

W związku z rozwinięciem bradykardii u 4 chorych (1 z grupy H0 i 3 z grupy H1) podawano atropinę. Mimo że jedynie u 2 osób wystąpiła bradykardia zdefiniowana jako AS < 50 min⁻¹, u pozostałych 2 wykonujących znieczulenie anesteziolog podał lek antycholinergiczny w związku z szybkim zwalnianiem HR. Każdorazowo podawano 0,5 mg atropiny dożylnie. Efedrynę podano u 12 chorych z grupy H1 (30,8%) i u żadnego chorego w grupie H0. W zdecydowanej więk-

Tabela 5. Wyniki jednoczynnikowej analizy ryzyka wystąpienie hipotensji

Parametr	Wartość p	Parametr	Wartość p
Wiek	0,327	AS wyjściowa	0,459
Płeć*	0,078	SAP wyjściowe*	0,012
Masa ciała	0,304	DAP wyjściowe*	0,079
Wzrost*	0,119	MAP wyjściowe*	0,016
BMI*	0,012	CO wyjściowe	0,775
BSA	0,685	CI wyjściowe	0,783
Skala ASA*	0,039	SV wyjściowe	0,449
Objętość LZM*	0,091	SVI wyjściowe	0,292
		SVR wyjściowe*	0,066
		SVRI wyjściowe*	0,058

*parametry włączone do analizy wieloczynnikowej; objaśnienia skrótów w tekście

szości przypadków podawano dożylnie jednorazowo 5 mg leku (7 osób), rzadziej (5 osób) podawano wstępnie 10 mg dożylnie. Dawkę efedryny powtarzano u 3 chorych, 2 osobom, którym podano 10 mg, podano kolejną dawkę 5 mg.

DYSKUSJA

Hipotensja związana z blokadą podpajęczynówkową jest powszechnym zjawiskiem. Bradykardię notuje się zdecydowanie rzadziej. Hipotensja wystąpiła u 39% badanych, bradykardia zaledwie u 2%. Obserwacje są zbieżne z obserwacjami innych autorów w odniesieniu do częstości wystę-

powania spadków ciśnienia tętniczego, ale już nie w odniesieniu do istotnego zwolnienia częstości AS. Częstość bradykardii jest szacowana w publikacji opartej na badaniu dużej grupy chorych na około 9% (dla umiarkowanej bradykardii rzędu $40\text{--}50\text{ min}^{-1}$) i 0,7% (dla ciężkiej bradykardii z AS poniżej 40 min^{-1}) [6]. Zauważalny brak zgodności między autorami co do granicy wartości AS, powoduje, że trudno jest porównywać rezultaty z wynikami z innych doniesień. Publikowane są prace, gdzie przyjmowaną wartością odcięcia jest $AS < 60\text{ min}^{-1}$ [7], o 20% większa niż przyjęta w tym badaniu. Wydaje się, że wśród osób dorosłych jedynie u ciężarnych należałoby przyjmować wartość $AS < 60\text{ min}^{-1}$ jako graniczną dla rozpoznania bradykardii po znieczuleniu podpajęczynówkowym, co znajduje potwierdzenie w piśmiennictwie [8, 9]. Czynniki ryzyka umiarkowanej bradykardii są: wyjściowa $AS < 60\text{ min}^{-1}$, płeć męska, wiek poniżej 37. roku życia, zabieg w trybie planowym, stan fizyczny według skali ASA I, przedoperacyjne stosowanie leków blokujących receptory beta-adrenergiczne [6]. W analizowanej populacji część chorych była obciążona tymi czynnikami ryzyka głównie w odniesieniu do planowego charakteru zabiegu, skali ASA (I u 86% badanych), rozkładu płci. Mniej niż 37 lat miało 46% chorych. Jedynie 8% chorych miało wyjściową $AS < 60\text{ min}^{-1}$ i żaden z badanych nie przyjmował beta-adrenolityków. W badanej grupie dominowały znieczulenia obejmujące, od 15. minuty badania, większość segmentów piersiowych. Biorąc pod uwagę, że blokada współczulna występuje wyżej o 1 do 4 segmentów od blokady czuciowej [10, 11], przynajmniej u części badanych powinno dojść do zablokowania przewodnictwa we włóknach tworzących splot sercowy (Th1-Th4) i następnej bradykardii. Z piśmiennictwa [1, 11] wynika, że istnieją znaczące różnice osobnicze w zakresie odpowiedzi hemodynamicznej na poziom wstępowania blokady, co potwierdza badanie.

Istotny spadek ciśnienia tętniczego wystąpił w analizowanej populacji u 39% badanych. Piśmiennictwo podaje szeroki zakres częstości występowania hipotensji — 30–90% [12–14]. Tak duża częstość występowania powoduje, że trudno jest ją w większości przypadków uznać za powikłanie blokady centralnej. Poza rzadkimi przypadkami bardzo dużych spadków ciśnienia tętniczego można mówić raczej o działaniu niepożądanym. Oczywiście, istnieją grupy chorych, u których spadek ciśnienia tętniczego jest wysoce niepożądany i włączane są metody jemu przeciwdziałania. Są to osoby w podeszłym wieku, u których spadek ciśnienia tętniczego może skutkować spadkiem przepływu krwi przez naczynia mózgowe i naczynia wieńcowe z ich następstwami [15–17].

Trudności z porównywaniem częstości występowania hipotensji wynikają z różnorodności definicji przyjmowa-

nych przez różnych autorów. W omawianym badaniu za hipotensję uważano zmniejszenie wartości $SAP < 90\text{ mm Hg}$ i/lub zmniejszenie wartości $SAP \geq 20\%$ wartości wyjściowej. Przyjęta w tej pracy definicja hipotensji jest dość powszechnie wykorzystywana w piśmiennictwie odnośnie do różnych grup chorych [18, 19]. Bardzo często stosuje się profilaktykę hipotensji poprzez podaż efedryny domięśniowo lub dożylnie z wyprzedzeniem czy podaż bolusa płynów (krystaloidów lub koloidów) przed wykonaniem blokady, tak zwanej *preloading*. Zastosowanie każdej z tych metod u osób z chorobą układu krążenia może spowodować niekorzystne skutki: tachykardię i zaburzenia rytmu (w pierwszym przypadku) lub przeciążenie objętościowe krążenia (w drugim) [10, 20].

Fakt, że stosowane metody profilaktyki są nie obojętne dla organizmu znieczulanej osoby, powoduje, że poszukuje się nowych czynników ryzyka hipotensji i bradykardii, do czego można wykorzystać mało inwazyjne metody monitorowania hemodynamicznego [21]. Jednym z łatwo mierzalnych elementów ryzyka niepożądanych następstw krążeniowych znieczulenia podpajęczynówkowego są czynniki osobnicze takie jak między innymi wiek chorego, płeć, masa ciała czy jej indeks. W badanej populacji nie stwierdzono różnic w zakresie wieku, masy ciała, wzrostu czy BSA pomiędzy grupą H0 a H1. Istotna była natomiast różnica w zakresie BMI — chorzy z grupy H1 mieli większy BMI niż ci z grupy H0. Uważa się, że istotnym czynnikiem rozwoju hipotensji jest wiek osoby znieczulanej. Obserwuje się zwiększoną częstość występowania spadku ciśnienia u osób w wieku podeszłym, u których sięga 70–75% [20, 22]. W badanej populacji wiek badanych nie przekraczał 60. roku życia, ryzyko wynikające z wieku było zatem nieistotne. Wzrost znieczulanych osób nie był, podobnie jak w badaniu własnym, istotnym predyktorem występowania hipotensji w badaniach innych autorów, które odnosiły się do populacji ogólnej [7, 12]. Istotny wpływ na częstość występowania hipotensji po znieczuleniu rdzeniowym ma wysokość nakłucia przestrzeni podpajęczynówkowej i objętość (dawka) LMZ. W przedstawianym badaniu z założenia nakłuwano przestrzeń na wysokości L3-L4 lub L4-L5, co tłumaczy brak różnic między grupami H0 i H1 w zakresie wysokości nakłucia lędźwiowego. Najprawdopodobniej wąski zakres dawek 0,5% hiperbarycznej bupiwakainy podawanej do przestrzeni podpajęczynówkowej (15–17,5 mg) spowodował, że nie znaleziono również różnic pomiędzy wyodrębnionymi grupami w tym zakresie. Obserwując, że zaburzenia hemodynamiczne występują jedynie u części chorych, którym wykonuje się znieczulenie podpajęczynówkowe, można założyć, że wpływ na ich występowanie ma wyjściowy stan układu krążenia. Brakuje praktycznie danych na temat wykorzystania bardziej zaawansowanych technik monitorowania hemodynamicznego w przewidywaniu hipotensji

po znieczuleniu podpajęczynówkowym. Wynika to przede wszystkim z faktu inwazyjności tych technik. Najłatwiej mierzalnym parametrem hemodynamicznym, który może służyć do określenia ryzyka hipotensji po znieczuleniu jest ciśnienie tętnicze. W przypadku znieczulenia rdzeniowego zwiększone ryzyko notowano dla wartości SAP poniżej 120 mm Hg [12]. W przypadku badanej populacji jednoczynnikowa analiza wariacji wykazała, że incydenty hipotensji wiążą się z większymi wartościami SAP i MAP, przy braku na nie wpływu wartości DAP. W analizie wieloczynnikowej jedynie MAP określono jako niezależny czynnik ryzyka hipotensji. Obserwacje własne są zatem odmienne od danych przedstawionych przez Carpentera i wsp. [12] choć są zbieżne (w zakresie SAP) z obserwacjami autorów z Kalifornii [23], z zastrzeżeniem jednak, że badali oni kobiety ciężarne. W interpretacji wyniku należy jednak uwzględnić wyniki pomiarów innych parametrów hemodynamicznych uzyskanych przy użyciu nieinwazyjnej technologii Nexfin. Nie odnotowano bowiem istotnych różnic w zakresie badanych parametrów czynności serca (CO, CI, SV, SVI), istniała natomiast różnica w zakresie SVRI. Była ona równoległa do obserwowanej dla MAP, to znaczy im większa była wartość SVRI, tym większe ryzyko spadku ciśnienia tętniczego. Wskaźnik SVR stanowił drugi, obok MAP, niezależny czynnik ryzyka hipotensji w badanej grupie. Jeśli uwzględnimy, że MAP jest pochodną oporu naczyniowego i CO, to przy braku różnic w zakresie rzutu nie może dziwić fakt równoległego wpływu MAP i SVRI na występowanie spadków ciśnienia tętniczego w badanej grupie. Podobne do przedstawionych w tej pracy obserwacje poczynili Ouzounian i wsp. [23] w cytowanej wyżej pracy dotyczącej ciężarnych. Niestety, jest to jedyna możliwość bezpośredniego porównania wyników, nie ma bowiem praktycznie doniesień na ten temat. Można jednak napotkać wyniki badań, w których obserwuje się wyraźną zależność pomiędzy stanem napięcia układu współczulnego a incydentami hipotensji po POP. W populacji położniczej [24] zauważono, że znieczulane, u których układ współczulny przed wykonaniem blokady ma większą aktywność (wyrażoną poprzez analizę częstotliwościową zmienności rytmu serca), są bardziej podatne na rozwój hipotensji. Autorzy nie badali parametrów hemodynamicznych, ale wiadomo, że większe napięcie układu współczulnego wiąże się z większą wartością SVRI i MAP.

OGRANICZENIA BADANIA

Założeniem badania było wykorzystanie nieinwazyjnego monitorowania układu krążenia za pomocą monitora Nexfin, przy świadomości, że ograniczenie inwazyjności metody pomiarowej może iść w parze z pewnymi ograniczeniami wiarygodności uzyskiwanych wyników pomiarów. Zastosowane urządzenie jest pozytywnie oceniane,

jeśli chodzi o wiarygodność pomiarów ciśnienia tętniczego [25–27], natomiast pewną ostrożność wykazują autorzy w ocenie zgodności pomiarów CO i SVR, choć przez większość oceniana jest ona jako dość dobra lub dobra [21, 28, 29]. Kolejnym ograniczeniem jest arbitralne przyjęcie wartości ośrodkowego ciśnienia żylnego i opieranie na nim wycień SVRI.

Dodatkowym problemem jest bardzo mała liczba badań dotyczących przydatności nieinwazyjnych metod w przewidywaniu niekorzystnych następstw POP oraz fakt, że w piśmiennictwie dominują publikacje opisujące wyniki badań na kobietach ciężarnych znieczulanych do cięcia cesarskiego. Prosta interpolacja takich danych na populację niepołożniczą, ze względu na odmienności fizjologiczne, do których dochodzi w zaawansowanej ciąży (również w zakresie układu krążenia), nie jest możliwa.

PODZIĘKOWANIA

1. Praca nie była finansowana.
2. Autorzy zgłaszają brak konfliktu interesów.

Piśmiennictwo:

1. Covino BG, Scott DB, Lambert DH: Handbook of spinal anesthesia and analgesia. Fribourg 1994.
2. Favarel-Garrigues JF, Sztark F, Petitjean ME: Hemodynamic effects of spinal anaesthesia in the elderly single dose versus titration through catheter. *Anesth Analg* 1996; 82: 312–316.
3. Hartmann B, Junger A, Klases J et al.: The incidence and risk factors for hypotension after spinal anesthesia induction: an analysis with automated data collection. *Anesth Analg* 2002; 94: 1521–1529.
4. Ameloot K, Palmers PJ, Malbrain ML: The accuracy of noninvasive cardiac output and pressure measurements with finger cuff: a concise review. *Curr Opin Crit Care* 2015; 21: 232–239. doi: 10.1097/MCC.000000000000198.
5. Magder S, Bafaqeeh F: The clinical role of central venous pressure measurements. *J Intensive Care Med* 2007; 22: 44–51.
6. Lesser JB, Sanborn KV, Valskys R, Kuroda M: Severe bradycardia during spinal and epidural anesthesia recorded by an anesthesia information management system. *Anesthesiology* 2003; 99: 859–866.
7. Kyokong O, Charuluxananan S, Sriprajittichai P, Poomseetong T, Naksin P: The incidence and risk factors of hypotension and bradycardia associated with spinal anesthesia. *J Med Assoc Thai* 2006; 89 (Suppl. 3): S58–64.
8. Chamchad D, Horrow JC, Nakhamchik L et al.: Prophylactic glycopyrrolate prevents bradycardia after spinal anesthesia for Cesarean section: a randomized, double-blinded, placebo-controlled prospective trial with heart rate variability correlation. *J Clin Anesth* 2011; 23: 361–366. doi: 10.1016/j.jclinane.2010.12.008.
9. Somboonviboon W, Kyokong O, Charuluxananan S, Narasethakamol A: Incidence and risk factors of hypotension and bradycardia after spinal anesthesia for cesarean section. *J Med Assoc Thai* 2008; 91: 181–187.
10. Di Cianni S, Rossi M, Casati A, Cocco C, Fanelli G: Spinal anesthesia: an evergreen technique. *Acta Biomed* 2008; 79: 9–17.
11. Spencer L, McDonald BS: Current issues in spinal anesthesia. *Anesthesiology* 2001; 94: 888–906.
12. Carpenter RL, Caplan RA, Brown DL, Stephenson C, Wu R: Incidence and risk factors for side effects of spinal anesthesia. *Anesthesiology* 1992; 76: 906–916.
13. Hwang J, Min S, Kim C, Gil N, Kim E, Huh J: Prophylactic glycopyrrolate reduces hypotensive responses in elderly patients during spinal anesthesia: a randomized controlled trial. *Can J Anaesth* 2014; 61: 32–38. doi: 10.1007/s12630-013-0064-y.
14. Owczuk R, Wenski W, Polak-Krzeminska A et al.: Ondansetron given intravenously attenuates arterial blood pressure drop due to spinal anesthesia: a double-blind, placebo-controlled study. *Reg Anesth Pain Med* 2008; 33: 332–339. doi: 10.1016/j.rapm.2008.01.010.

15. Chelly JE, Uskova A, Liu Q, Wardhan L, Umeh UO: Regional anesthesia and joint replacement surgery. In: Barnett SR (ed.): Manual of geriatric anesthesia. New York 2013: 111–124.
16. Messina A, Frassanito L, Colombo D et al.: Hemodynamic changes associated with spinal and general anesthesia for hip fracture surgery in severe ASA III elderly population: a pilot trial. *Minerva Anestesiol* 2013; 79: 1021–1029.
17. Veereing B: Management of regional anesthesia. W: Silverstein JH, Rooke GA, Revers JG, McLeskey CH (ed.): Geriatric anesthesiology. New York 2008: 278–292.
18. Minville V, Asehnoune K, Salau S et al.: The effects of spinal anesthesia on cerebral blood flow in the very elderly. *Anesth Analg* 2009; 108: 1291–1294.
19. Obasuyi BI, Fyनेface-Ogan S, Mato CN: A comparison of the haemodynamic effects of lateral and sitting positions during induction of spinal anaesthesia for caesarean section. *Int J Obstet Anesth* 2013; 22: 124–128. doi: 10.1016/j.ijoa.2012.12.005.
20. Buggy DJ, Power CK, Meeke R, O'Callaghan S, Moran C, O'Brien GT: Prevention of spinal anaesthesia-induced hypotension in the elderly: i.m. methoxamine or combined hetastarch and crystalloid. *Br J Anaesth* 1998; 80: 199–203.
21. Ameloot K, Van De Vijver K, Broch O et al.: Nexfin noninvasive continuous hemodynamic monitoring: validation against continuous pulse contour and intermittent transpulmonary thermodilution derived cardiac output in critically ill patients. *Scientific World Journal* 2013; 2013: 519080. doi: 10.1155/2013/519080.
22. Meyhoff CS, Haarmark C, Kanters JK, Rasmussen LS: Is it possible to predict hypotension during onset of spinal anesthesia in elderly patients? *J Clin Anesth* 2009; 21: 23–29. doi: 10.1016/j.jclinane.2008.06.015.
23. Ouzounian JG, Masaki DI, Abboud TK, Greenspoon JS: Systemic vascular resistance index determined by thoracic electrical bioimpedance predicts the risk for maternal hypotension during regional anesthesia for cesarean delivery. *Am J Obstet Gynecol* 1996; 174: 1019–1025.
24. Hanss R, Bein B, Ledowski T et al.: Heart rate variability predicts severe hypotension after spinal anesthesia for elective cesarean delivery. *Anesthesiology* 2005; 102: 1086–1093.
25. Fischer MO, Avram R, Cârjaliu I et al.: Non-invasive continuous arterial pressure and cardiac index monitoring with Nexfin after cardiac surgery. *Br J Anaesth* 2012; 109: 514–521. doi: 10.1093/bja/aes215.
26. Garnier RP, van der Spoel AG, Sibarani-Ponsen R, Markhorst DG, Boer C: Level of agreement between Nexfin non-invasive arterial pressure with invasive arterial pressure measurements in children. *Br J Anaesth* 2012; 109: 609–615. doi: 10.1093/bja/aes295.
27. Maggi R, Viscardi V, Furukawa T, Brignole M: Non-invasive continuous blood pressure monitoring of tachycardic episodes during interventional electrophysiology. *Europace* 2010; 12: 1616–1622. doi: 10.1093/europace/euq333.
28. Bubenek-Turconi SI, Craciun M, Miclea I, Perel A: Noninvasive continuous cardiac output by the Nexfin before and after preload-modifying maneuvers: a comparison with intermittent thermodilution cardiac output. *Anesth Analg* 2013; 117: 366–72. doi: 10.1213/ANE.0b013e31829562c3.
29. Palmers PJ, Vidts W, Ameloot K et al.: Assessment of three minimally invasive continuous cardiac output measurement methods in critically ill patients and a review of the literature. *Anesthesiol Intensive Ther* 2012; 44: 188–199.

Adres do korespondencji:

dr n. med. Marzena Ławicka
 Oddział Anestezjologii i Intensywnej Terapii
 Szpital Specjalistyczny im. F. Ceynowy
 ul. A. Jagalskiego 10, 84–200 Wejherowo
 e-mail: m.lawicka@wp.pl

Otrzymano: 15.10.2014 r.
 Zaakceptowano: 1.03.2015 r.