



ARTÍCULO CIENTÍFICO

Monitorización de los efectos de la raquianestesia sobre la saturación de oxígeno cerebral en pacientes ancianos con el uso de espectroscopia de luz próxima al infrarrojo

Aysegul Kusku^a, Guray Demir^{b,*}, Zafer Cukurova^b, Gulay Eren^b y Oya Hergunsel^b

^a Departamento de Anestesiología y Reanimación, Aksehir State Hospital, Aksehir, Konya, Turquía

^b Departamento de Anestesiología y Reanimación, Bakirkoy Dr. Sadi Konuk Training and Research Hospital, Estambul, Turquía

Recibido el 2 de abril de 2013; aceptado el 10 de junio de 2013

Disponible en Internet el 18 de junio de 2014

PALABRAS CLAVE

Saturación de oxígeno cerebral;
Raquianestesia;
Espectroscopia de luz próxima al infrarrojo

Resumen

Justificación y objetivo: el bloqueo central proporcionado por la raquianestesia posibilita la realización de muchos procedimientos quirúrgicos, mientras que las alteraciones hemodinámicas y respiratorias influyen en la administración de oxígeno sistémico conllevando el desarrollo potencial de una serie de problemas, como la isquemia cerebral, el infarto de miocardio y la insuficiencia renal aguda. El objetivo de este estudio fue detectar potenciales efectos adversos de las alteraciones hemodinámicas y respiratorias sobre la administración de oxígeno sistémico, usando métodos oximétricos cerebrales en pacientes sometidos a la raquianestesia.

Métodos: veinticinco pacientes, entre 65 y 80 años de edad, estado físico ASA I-II, programados para la corrección de hernia inguinal unilateral bajo raquianestesia fueron incluidos en el estudio. De acuerdo con la monitorización estándar, los niveles de oxígeno cerebral fueron medidos al inicio del estudio usando métodos oximétricos cerebrales. El Mini Test Estandarizado del Estado Mental se aplicó antes y después de la operación para determinar el nivel de funcionamiento cognitivo de los casos. Usando una técnica estándar y cantidades iguales de un anestésico local (15 mg de bupivacaína al 5%), se realizó el bloqueo intratecal. La presión arterial media (PAM), frecuencia cardíaca máxima (FCM), saturación periférica de oxígeno (SpO₂) y niveles cerebrales de oxígeno (rSO₂) fueron monitorizados en el preoperatorio durante 60 min. Se midieron los niveles pre y postoperatorios de hemoglobina. Las variaciones en los datos obtenidos y sus correlaciones con los niveles cerebrales de oxígeno fueron investigadas.

Resultados: no observamos alteraciones significativas en las medidas de hemoglobina, puntuaciones del SMMT y niveles de SpO₂ en los periodos pre y postoperatorio. Sin embargo, sí se observaron variaciones significativas en los niveles de PAM, FCM y rSO₂ en el período intraoperatorio. Además, se determinó la correlación entre las variaciones de rSO₂, PAM y FCM.

Conclusión: la evaluación de los datos obtenidos en el estudio demostró que la caída de la presión arterial posraquianestesia y también de la frecuencia cardíaca disminuye la administración

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: guraydemir@hotmail.com (G. Demir).

KEYWORDS

Cerebral oxygen saturation;
Spinal anaesthesia;
Near-infrared spectroscopy

de oxígeno sistémico y afectan negativamente los niveles cerebrales de oxígeno. Sin embargo, esa alteración no deterioró la función cognitiva.

© 2013 Sociedade Brasileira de Anestesiologia. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Todos los derechos reservados.

Monitorization of the effects of spinal anaesthesia on cerebral oxygen saturation in elder patients using near-infrared spectroscopy

Abstract

Objective: Central blockage provided by spinal anaesthesia enables realization of many surgical procedures, whereas hemodynamic and respiratory changes influence systemic oxygen delivery leading to the potential development of series of problems such as cerebral ischemia, myocardial infarction and acute renal failure. This study was intended to detect potentially adverse effects of hemodynamic and respiratory changes on systemic oxygen delivery using cerebral oxymetric methods in patients who underwent spinal anaesthesia.

Methods: Twenty-five ASA I–II Group patients aged 65–80 years scheduled for unilateral inguinal hernia repair under spinal anaesthesia were included in the study. Following standard monitorization baseline cerebral oxygen levels were measured using cerebral oximetric methods. Standardized Mini Mental Test (SMMT) was applied before and after the operation so as to determine the level of cognitive functioning of the cases. Using a standard technique and equal amounts of a local anaesthetic drug (15 mg bupivacaine 5%) intratechal blockade was performed. Mean blood pressure (MBP), maximum heart rate (MHR), peripheral oxygen saturation (SpO₂) and cerebral oxygen levels (rSO₂) were preoperatively monitored for 60 min. Pre- and postoperative haemoglobin levels were measured. The variations in data obtained and their correlations with the cerebral oxygen levels were investigated.

Results: Significant changes in pre- and postoperative measurements of haemoglobin levels and SMMT scores and intraoperative SpO₂ levels were not observed. However, significant variations were observed in intraoperative MBP, MHR and rSO₂ levels. Besides, a correlation between variations in rSO₂, MBP and MHR was determined.

Conclusion: Evaluation of the data obtained in the study demonstrated that post-spinal decline in blood pressure and also heart rate decreases systemic oxygen delivery and adversely effects cerebral oxygen levels. However, this downward change did not result in deterioration of cognitive functioning.

© 2013 Sociedade Brasileira de Anestesiologia. Published by Elsevier Editora Ltda. All rights reserved.

Introducción

Aunque el objetivo principal de la raquianestesia sea proporcionar bloqueo sensorial y motor, la denervación simpática es considerada como un efecto colateral inductor del desarrollo de alteraciones sistémicas¹. La hipotensión relacionada con la raquianestesia es la complicación más frecuente. La disminución de la resistencia vascular sistémica, como resultado de la caída de la presión arterial y de la frecuencia cardíaca secundaria al bloqueo simpático trae como resultado el descenso del gasto cardíaco. La administración sistémica de oxígeno decrece en la proporción en que el gasto cardíaco disminuye, conllevando diversos problemas, como el desarrollo de isquemia cerebral, infarto de miocardio, insuficiencia renal aguda y parada cardíaca debido a la hipoxia tisular^{1,2}.

La población de ancianos aumenta globalmente a una tasa extremadamente más elevada en paralelo con la mejora de la calidad de vida. Los ancianos y los más viejos están en la franja etaria de ≥ 65 y ≥ 80 años de edad, respectivamente³. Cuando es comparada con la anestesia general, la raquianestesia ofrece a las personas ancianas algunas ventajas durante y después de la cirugía, como la

preservación del funcionamiento cognitivo, menor cantidad de sangrado intraoperatorio, disminución del riesgo de tromboembolismo y suministro de analgesia eficaz. Sin embargo, también tiene algunas desventajas, como la hipotensión, la bradicardia y la deambulación retardada^{4–10}.

Aunque el gasto cardíaco causado por la raquianestesia no perjudique los procesos hemodinámicos y la administración sistémica de oxígeno a una tasa extrema o lleve a síntomas clínicos, podría ejercer un cierto impacto sobre el flujo sanguíneo cerebral. A pesar de que en varios estudios se ha observado que los efectos depresores afectan acentuadamente la hipotensión en la circulación cerebral de pacientes ancianos, en especial, ese tema permanece en discusión^{11,12}.

Los principales objetivos de la neuromonitorización son mantener y preservar las funciones neurológicas y suministrar las condiciones ideales para su mejoría. Para ello, la oximetría cerebral no invasiva con base en la espectroscopia de luz próxima al infrarrojo (NIRS) en un monitor es usada para medir la saturación de oxígeno cerebral regional (rSO₂). Ese monitor no requiere la medida de la tasa de pulso y flujo de sangre y demuestra, principalmente, el equilibrio entre la administración de oxígeno cerebral y la demanda de oxígeno, además de la rSO₂ en órganos diana¹³.

La administración sistémica de oxígeno es usada para determinar la cantidad de oxígeno exigida por los tejidos. El volumen de eyección cardíaca está en proporción directa con la frecuencia cardíaca, nivel de hemoglobina y con el contenido de oxígeno en la sangre arterial. En los casos en que uno o más de esos parámetros disminuyen cuantitativamente, la administración sistémica de oxígeno también se reduce, conllevando hipoxia tisular. En la práctica, cada uno de los parámetros medidos con más facilidad, como presión arterial, frecuencia cardíaca, saturación periférica de oxígeno y niveles de hemoglobina, es un predictivo de la administración de oxígeno sistémico. La oxigenación cerebral también se ve afectada por niveles de hemoglobina, presión arterial media (PAM), frecuencia cardíaca máxima (FCM) y saturación periférica de oxígeno (SpO_2)^{14,15}. En este estudio, esos parámetros fueron monitorizados en pacientes mayores de 65 años y sometidos a raquianestesia.

Nuestro objetivo en este estudio fue investigar el impacto de las alteraciones desarrolladas tras la aplicación de la raquianestesia sobre la oxigenación cerebral en ancianos de acuerdo con el protocolo estándar.

Materiales y métodos

Después de la aprobación del Comité de Ética institucional, un total de 25 pacientes, con edades entre 65 y 80 años, con estado físico de la Sociedad Norteamericana de Anestesiólogos (ASA) I-II, programados para la corrección de hernia unilateral que será realizada por el equipo del departamento de cirugía general con el método preferido de anestesia (p. ej., raquianestesia), fueron incluidos en el estudio. Los pacientes con enfermedades mentales y/o neurológicas, insuficiencia cardíaca congestiva, anemia y enfermedades hematológicas no fueron incluidos. Los casos de raquianestesia cuyos niveles de bloqueo sensorial fueron insuficientes para la realización de la operación o por encima del dermatoma T10 (test del pinchazo de la aguja), fueron excluidos del estudio.

Los pacientes fueron derivados a la sala de preparación preoperatoria y se monitorizaron y registraron sus valores basales de PAM, FCM, SpO_2 y cerebral (Somanetics Invox Oxymeter 5100C: Somanetics Comp., 1653 East Maple Road, Troy, MI, EE. UU.). Se abrió una vía de acceso venoso usando una cánula venosa periférica de calibre 18-20, y fue administrada una solución de RL por vía intravenosa a una dosis de 10 mL/kg^{-1} . A continuación, los pacientes fueron derivados al quirófano y los valores de PAM, FCM, rSO_2 y SpO_2 se registraron. Los pacientes fueron colocados en posición sentada con la columna erecta y la piel del área que será operada fue desinfectada y cubierta con un tejido estéril, de acuerdo con la técnica antiséptica. Con una aguja Quincke de calibre 22-25, la punción fue realizada en el espacio intervertebral entre L3-L4, la aguja avanzó hacia el espacio subaracnoideo y el bloqueo intratecal se realizó usando la técnica estándar y cantidades iguales de un anestésico local (15 mg de bupivacaína al 0,5%) en todos los pacientes. Después de la raquianestesia, los pacientes fueron colocados en posición supina apropiada. Los niveles de bloqueo sensorial de los casos fueron determinados por medio de test del pinchazo de aguja realizado dentro de los 10 min después de la raquianestesia postespinal (minutos 3, 5 y 10) y fueron evaluados tomando como base los dermatomas de

respuesta. Los niveles de hemoglobina fueron determinados en los períodos pre y postoperatorios. Ningún medicamento con acción sobre los resultados cognitivos fue administrado durante el período perioperatorio. El Mini Test Estandarizado del Estado Mental (*Standardized Mini Mental Test* [SMMT]) se aplicó a los pacientes para evaluar el funcionamiento cognitivo antes y hasta 6h después de la operación. Se registraron las puntuaciones obtenidas. Se esperó el bloqueo sensorial adecuado durante 30 min después de la inducción de la raquianestesia (al inicio de la operación, EVA < 20 mm). Se comenzó la intervención quirúrgica tras la aprobación del anestesista. Después de la punción lumbar, los parámetros hemodinámicos fueron calculados en intervalos de 5 min durante 60 min. La administración de efedrina se planificó en los casos en que los valores actuales de la presión arterial fuesen un 30% inferiores a los valores basales o hubiese una caída de las presiones sistólica o diastólica inferior a 90 mm Hg y 40 mm Hg, respectivamente, mientras que las inyecciones de sulfato de atropina fueron consideradas en los pacientes con FCM por debajo de 40 lpm. Los datos obtenidos fueron analizados estadísticamente y también se calcularon las correlaciones entre las variables significativamente alteradas y las variaciones de la oxigenación cerebral.

Análisis estadístico

Para el análisis estadístico de los resultados del estudio usamos los programas estadísticos NCSS (*Number Cruncher Statistical System*) 2007 y PASS 2008 *Statistical Software* (Utah, EE. UU.). Como resultado del análisis de poder en evaluaciones con base en el promedio de las medidas de rSO_2 izquierda, cuando asumimos una diferencia de 12 y la desviación estándar de 10, en los grupos definidos con un poder estadístico de 0,90, β : 0,10 y α : 0,10, el tamaño de la muestra se determinó como 23 enfermos en cada grupo. Para determinar la correlación entre las medidas de rSO_2 y PAM, los tiempos de medida fueron asumidos como covariantes y se llevaron a cabo los análisis de regresión lineal generalizada. Para evaluar los datos del estudio, usamos métodos estadísticos descriptivos (media \pm desviación estándar) y para el análisis de correlaciones entre los parámetros en la comparación de datos cuantitativos, usamos los coeficientes de correlación rho de Spearman. La significación se determinó como $p < 0,05$.

Resultados

El estudio se hizo con 19 (76%) pacientes del sexo masculino y 6 (24%) pacientes del sexo femenino. La edad de los pacientes varió entre 65 y 77 años, con un promedio de $69,80 \pm 4,38$ años.

Se observaron variaciones estadísticamente significativas entre las medidas de la PAM realizadas en fase basal y en los minutos 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50 y 60 ($p = 0,0001$) (tabla 1). Para determinar la correlación entre las medidas de rSO_2 y PAM, los tiempos de medida fueron asumidos como covariantes y se realizaron análisis de regresión lineal generalizada. Se observó una correlación significativa entre los valores de rSO_2 y PAM y entre los tiempos de medida ($p = 0,006$ y $p = 0,001$, respectivamente). El valor ajustado

Tabla 1 Niveles de PAM, FCM, SpO₂, rSO₂ derecha e izquierda, SMMT y Hb

	Basal	5 min	10 min	15 min	20 min	25 min
PAM	114,88 ± 16,10	106,64 ± 13,38	100,16 ± 14,23	97,32 ± 14,61	92,52 ± 13,66	89,88 ± 13,38
FCM	78,20 ± 11,32	75,92 ± 11,06	74,80 ± 10,69	73,92 ± 10,22	74,04 ± 9,57	72,56 ± 9,82
SpO ₂	98,53 ± 1,04	98,52 ± 1,15	98,36 ± 0,99	98,24 ± 1,05	98,36 ± 1,18	98,52 ± 0,96
rSO ₂ derecha	65,04 ± 6,75	64,08 ± 6,23	62,84 ± 6,28	61,64 ± 6,08	60,56 ± 5,81	58,88 ± 5,41
rSO ₂ izquierda	64,96 ± 5,74	63,84 ± 5,85	62,44 ± 5,73	61,36 ± 5,68	59,80 ± 5,42	57,84 ± 5,34
Preoperación						
SMMT	18,44 ± 2,53					
Hb	12,56 ± 1,78					
	30 min	40 min	50 min	60 min	p	
PAM	88,60 ± 13,20	86,40 ± 12,90	84,88 ± 11,13	83,80 ± 11,71	0,0001	
FCM	72,08 ± 9,15	72,20 ± 9,35	72,40 ± 9,21	72,04 ± 8,76	0,0001	
SpO ₂	98,32 ± 1,03	98,44 ± 1,04	98,40 ± 1,08	98,32 ± 0,94	0,598	
rSO ₂ derecha	57,68 ± 5,03	56,96 ± 5,00	56,32 ± 4,96	55,76 ± 5,01	0,0001	
rSO ₂ izquierda	56,88 ± 5,34	56,40 ± 5,08	55,64 ± 5,30	54,88 ± 5,24	0,0001	
Postoperación						
SMMT	18,48 ± 2,55					
Hb	11,80 ± 1,56					
						p
SMMT	0,664					
Hb	0,132					

R², que determinó el grado de correlación fue estimado como 0,269 (tabla 2).

Cuando las variaciones de la FCM fueron evaluadas, se observaron alteraciones significativas entre las medidas de la FCM realizadas en la fase basal, a los 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50 y 60 min (p=0,0001) (tabla 1). Se observaron correlaciones significativas entre los valores de rSO₂ y FCM y entre los tiempos de medida (p=0,007 y p=0,001, respectivamente). El valor ajustado R² que determinó el grado de correlación fue de 0,268 (tabla 2).

Un cambio significativo se observó entre las medidas de rSO₂ directa hechas en la fase basal a los 5, 10, 15, 20, 25,

30, 40, 50 y 60 min (p=0,0001) (tabla 1). Cuando fue comparada con los valores basales preanestésicos, se evidenció un descenso uniforme en las medidas de rSO₂ derecha. Además de eso, variaciones significativas fueron observadas entre las medidas de rSO₂ izquierda hechas en fase basal a los 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50 y 60 min (p=0,0001) (tabla 1). Asimismo se evidenció un descenso en las medidas de rSO₂ izquierda con relación a los valores basales preanestésicos (p=0,0001) (tabla 1). Sin embargo, no se observó un cambio significativo entre las medidas de SpO₂ (p=0,598), puntuaciones SMMT en el pre y postoperatorio (p=0,664) ni en niveles de hemoglobina (p=0,794) (tabla 1).

Tabla 2 Los tiempos de medida se asumieron como covariantes para determinar la correlación entre rSO₂, PAM y FCM, y se realizó el análisis de regresión lineal generalizada. Se observó una correlación estadísticamente significativa entre los niveles de rSO₂, PAM y FCM y también entre los tiempos de medida. También se calcularon valores ajustados de R² para determinar el nivel de correlación también fueron calculados

rSO ₂	Compilación de cuadrantes	Grados de permisividad	Promedios cuadráticos	F	p
PAM	240,429	1	240,429	7,740	0,006
FCM	225,330	1	225,330	7,246	0,007
<i>Tiempos de medida</i>					
PAM	2853,631	9	317,070	10,207	0,001
FCM	5023,388	9	558,154	17,950	0,001
<i>Resto</i>					
PAM	15190,591	489	31,065		
FCM	15205,690	489	31,095		
		rSO ₂ /PAM		rSO ₂ /FCM	
R ²			0,291	0,287	
R ² ajustado			0,269	0,268	

Discusión

Varios estudios han demostrado que el descenso de los niveles de oxígeno en sangre resulta en una administración insuficiente de oxígeno para las estructuras cerebrales. La administración disminuida de oxígeno al cerebro puede estar vinculada con la reducción del contenido de oxígeno del aire inspirado, gasto cardíaco o los niveles de hemoglobina. En la población anciana, el nivel aceptable de hemoglobina para la perfusión cerebral fue indicado como 7 g/dL¹⁶⁻¹⁸. En este estudio, ningún paciente tuvo episodios de sangrado grave que afectase negativamente los niveles de hemoglobina o problemas respiratorios que afectaran desfavorablemente el contenido de oxígeno arterial.

La hipotensión arterial en pacientes operados bajo raquianestesia es la complicación más frecuente (33%) encontrada en este tipo de anestesia. La hipotensión arterial está relacionada con la pérdida de resistencia vascular sistémica debido al bloqueo simpático. La dilatación venular aumenta la capacidad venosa conllevando el estancamiento de la sangre en las venas y reduciendo el gasto cardíaco^{1,2}. La hipotensión puede ser lo suficientemente grave como para afectar la circulación en varios sistemas orgánicos¹⁹. De acuerdo con esos hallazgos, se llevaron a cabo varios estudios del impacto de la raquianestesia sobre la oxigenación cerebral. Algunos de esos estudios demostraron que la raquianestesia afecta desfavorablemente la oxigenación cerebral, hecho que ocurre más frecuentemente en los pacientes ancianos^{11,12,20}. En este estudio se observaron alteraciones significativas en los valores de rSO₂, PAM y FCM durante las medidas posraquianestesia en los minutos 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50 y 60 en comparación con los valores basales (p=0,0001). La correlación fue observada entre la caída de oxigenación cerebral y los valores de la PAM y FCM. Esos datos revelaron que la disminución de los niveles de oxígeno cerebral está asociada con la incapacidad de compensar los ataques hipotensores que ocurren como resultado de la degeneración de los vasos cerebrales y del desequilibrio de los mecanismos de autorregulación, además de la reducción del gasto cardíaco debido a la desaceleración de la frecuencia cardíaca en el anciano.

En raquianestesia, las funciones respiratorias no se ven perjudicadas, siempre que en el bloqueo espinal participen los dermatomas inervados por los nervios espinales T7-T10. Las funciones pulmonares no se ven afectadas y los valores de la frecuencia respiratoria por minuto, CO₂ al final de la espiración, PaO₂ y PaCO₂, no alteran el bloqueo espinal hasta el nivel T4, gracias a los mecanismos compensatorios ejercidos por el diafragma que es inervado por el nervio frénico¹⁷. En este estudio, el nivel de bloqueo espinal no rebasó el nivel T8 en los pacientes sometidos a la raquianestesia; por tanto, no se evidenciaron las alteraciones respiratorias significativas que, de otra forma afectarían adversamente a la SpO₂ y a la administración de oxígeno cerebral (p=0,598).

La disfunción cognitiva puede ser definida como la pérdida de memoria y de las dotes intelectuales. La mayoría de las veces la hipotensión y la hipotermia aumentan el riesgo de disfunción cognitiva en el postoperatorio. El SMMT es un test de selección que evalúa cuantitativamente las funciones cognitivas. Su preferencia en varios estudios es debida a la validez, confiabilidad y brevedad establecidas y por ser de fácil aplicación en los períodos pre y postoperatorio²¹.

La gravedad del deterioro de las funciones cognitivas en pacientes que recibieron raquianestesia depende del grado y de la duración de la hipoxia e hipotensión²². Aunque ninguna alteración de las funciones respiratorias haya sido observada en nuestro estudio y los niveles de los parámetros hemodinámicos hayan disminuido sin ninguna diferencia significativa entre las funciones cognitivas pre y posraquianestesia, como fue calculado por las puntuaciones del SMMT (p > 0,05), las reducciones de la presión arterial y de la frecuencia cardíaca evidenciadas en los pacientes incluidos en nuestro estudio no afectaron negativamente las funciones cognitivas.

En resumen, las alteraciones hemodinámicas que ocurren durante la anestesia intratecal en pacientes ancianos afectan adversamente la oxigenación cerebral. Ese efecto está directamente relacionado con el desarrollo de hipotensión y con la disminución de la frecuencia cardíaca. Aunque en este estudio las alteraciones hemodinámicas desarrolladas durante la raquianestesia no hayan alcanzado un estado clínicamente sintomático, datos de la literatura enfatizan su potencial de riesgo en pacientes ancianos. Debido a la evolución de las técnicas de imagen innovadoras, se puede determinar el desequilibrio de oxígeno cerebral. Entre esas técnicas, la NIRS es un método confiable y de fácil aplicación. Este estudio demostró que esa modalidad de test de imagen es útil en el manejo de la anestesia en ancianos y que puede ser usada como rutina en pacientes de riesgo debido a su fácil aplicación.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

1. Albright G, Forster R. Spinal analgesia-physiologic effects. En: Collins VJ, editor. Principles of anesthesiology. 3rd ed Philadelphia: Lea & Febiger; 1993. p. 1445-570.
2. Atkinson RS. Spinal analgesia. En: Atkinson RS, Rushman GB, Davies NJH, editores. Lee's synopsis of anaesthesia. 11th ed Oxford: Butterworth-Heinemann International Edition; 1993. p. 691-719.
3. Abrams WB, Beers MH, Berkow R, editores. A cross national perspective. The Merck Manual of Geriatrics. Whitehouse Station NJ: Merck Research Laboratories; 1996. p. 587-95.
4. Critchley LA. Hypotension, subarachnoid block and the elderly patient. *Anaesthesia*. 1996;51:1139-43.
5. Rooke GA, Freund PR, Jacobson AF. Hemodynamic response and change in organ blood volume during spinal anesthesia in elderly men with cardiac disease. *Anesth Analg*. 1997;85:99-105.
6. Critchley LA, Stuart JC, Short TG, et al. Haemodynamic effects of subarachnoid block in elderly patients. *Br J Anaesth*. 1994;73:464-70.
7. Nishikawa K, Yamakage M, Omote K, et al. Prophylactic IM small-dose phenylephrine blunts spinal anesthesia-induced hypotensive response during surgical repair of hip fracture in the elderly. *Anesth Analg*. 2002;95:751-6.
8. Beaupre LA, Jones CA, Saunders LD, et al. Best practices for elderly hip fracture patients. A systematic overview of the evidence. *J Gen Intern Med*. 2005;20:1019-25.
9. Sheehan E, Neligan M, Murray P. Hip arthroplasty, changing trends in a national tertiary referral centre. *Ir J Med Sci*. 2002;171:13-5.

10. Carpenter RL, Caplan RA, Brown DL, et al. Incidence and risk factors for side effects of spinal anesthesia. *Anesthesiology*. 1992;76:906–16.
11. Hoppenstein D, Zohar E, Ramaty E, et al. The effects of general vs spinal anesthesia on frontal cerebral oxygen saturation in geriatric patients undergoing emergency surgical fixation of the neck of femur. *J Clin Anesth*. 2005;17:431–8.
12. Nishikawa K, Hagiwara R, Nakamura K, et al. The effects of the extent of spinal block on the BIS score and regional cerebral oxygen saturation in elderly patients: a prospective, randomized, and double-blinded study. *J Clin Monit Comput*. 2007;10:109–14.
13. Denault A, Deschamps A, Murkin JM. A proposed algorithm for the intraoperative use of cerebral near-infrared spectroscopy. *Semin Cardiothorac Vasc Anesth*. 2007;11:274–81.
14. Bouma GJ, Muizelaar JP. Cerebral blood flow in severe clinical head injury. *New Horiz*. 1995;3:384–94.
15. Paulson OB, Waldemar G, Schmidt JF, et al. Cerebral circulation under normal and pathological conditions. *Am J Cardiol*. 1989;2:2–5.
16. Cook DJ, Oliver Jr WC, Orszulak TA, et al. Cardiopulmonary bypass temperature, hematocrit, and cerebral oxygen delivery in humans. *Ann Thorac Surg*. 1995;60:1671–7.
17. Hino A, Ueda S, Mizukawa N, et al. Effect of hemodilution on cerebral hemodynamics and oxygen metabolism. *Stroke*. 1992;23:423–6.
18. Sungurtekin H, Cook DJ, Orszulak TA, et al. Cerebral response to hemodilution during hypothermic cardiopulmonary bypass in adults. *Anesth Analg*. 1999;89:1078–83.
19. McCrae AF, Wildsmith JAW. Prevention and treatment of hypotension during central block. *Br J Anaesth*. 1993;70:672–80.
20. Minville V, Asehnoune K, Salau S, et al. The effects of spinal anesthesia on cerebral blood flow in very elderly. *Anesth and Analgesia*. 2009;108:1291–4.
21. Yao FS, Tseng CC, Ho CY, et al. Cerebral oxygen desaturation is associated with early postoperative neuropsychological dysfunction in patients undergoing cardiac surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2004;18:552–8.
22. Neilson WR, Gelb AW, Casey JE, et al. Long term cognitive and social sequelae of general versus regional anesthesia during arthroplasty in the elderly. *Anesthesiology*. 1990;73:103–9.