

原著 / Original Article

小児心臓手術麻酔における脊髄くも膜下モルヒネ、 ブピバカイン投与併用の有用性

竹内和世、堀本 洋、石垣敬子、遠山貴之、尾松徳則、
今村 誠
静岡県立こども病院 麻酔科

要 旨

小児心臓手術麻酔時に、脊髄くも膜下麻酔(以下脊麻)によるくも膜下モルヒネ、ブピバカイン投与併用群(以下脊麻群)と全身麻酔のみの群(以下非脊麻群)間において、retrospectiveに術中フェンタニル使用量、手術終了から抜管までの時間、術後初回飲水までの時間、補助鎮痛薬使用頻度、術後合併症について比較検討した。脊麻群では塩酸モルヒネ5 μg/kgと0.5%脊麻用高比重ブピバカイン0.4mg/kgをくも膜下腔に投与し、術中は静脈からのフェンタニル投与を併用した。術中投与したフェンタニルは、脊麻群で有意に少なかった。脊麻群での手術室抜管可能例は16例(76%)で、その手術終了までの時間と、術後12時間以内のペンタゾシン等の鎮痛薬投与に有意差はみられなかった。術後合併症として、悪心嘔吐は両群にみられた。掻痒感は脊麻群にのみ認められた。呼吸抑制は脊麻群に1例認められた。なお脊麻時穿刺の際の出血の影響から神経障害を残した症例はなかった。

脊麻群では合併症は非脊麻群と比べほぼ同等で、早期抜管を可能とするなど脊髄くも膜下モルヒネ、ブピバカイン併用投与は軽症心臓外科症例では有用な麻酔方法である。

キーワード：脊髄くも膜下モルヒネ、小児心臓麻酔、早期抜管

序 文

重篤な合併症を有さない先天性心疾患児では、呼吸機能も悪化していないことから術後早期抜管が可能である。また手術直後に手術室で抜管できれば、術後入室が予定されるIntensive Care Unit(ICU)での人工呼吸管理が必要な

くなり、呼吸管理に伴う医療コスト、人材の節減、またICU滞在時間の短縮化につながる。ところが抜管させるには必然的に術後の十分な鎮痛が不可欠となる。十分な鎮痛のために大量麻薬を使用すれば覚醒遅延、呼吸抑制などを併発し、早期の抜管は望めない。その点脊髄くも膜下麻薬、あるいは硬膜外腔麻薬少量投与は術中循環動態、代謝状態も安定し、比較的長時間の鎮痛が可能となることから、現在注目されている心臓麻酔法である。

静岡県立こども病院では2002年頃より小児心臓手術の麻酔管理に、脊麻用高比重ブピバカインと塩酸モルヒネを脊髄くも膜下に併用投与し、早期抜管、術後鎮痛をめざしている。

対象と方法

2001年1月から2002年8月までに手術を施行された、重篤な合併症のない心房中隔欠損症および心室中隔欠損症で、ASA分類 ⅠまたはⅡの、1歳から18歳までの36症例である。心臓外科手術に脊髄くも膜下ブロック(以下脊麻)を併用することのなかった、2001年1月から9月までの15症例を非脊麻群、モルヒネと脊麻用ブピバカインを併用投与するようになった2002年1月から8月までの21症例を脊麻群とした。この2群間においてretrospectiveに麻酔記録、ICU看護記録から調査し比較した。調査した項目は、術中フェンタニル投与量、手術室での抜管が可能であったか否か、気管チューブ抜管までの時間、術後初回飲水までの時間、術後12時間以内の鎮痛薬使用頻度、そして術後合併症の発生頻度である。

急速または緩徐導入で麻酔導入し、維持にはフェンタニル、吸入麻酔薬、プロポフォール等を使用した。脊麻群では麻酔導入後に脊麻を行ない、塩酸モルヒネ5 μg/kgと脊麻用0.5%高比重ブピバカイン0.4mg/kgをくも膜下腔に投与した。その後患児をトレンデレンブルグ体位にて内頸静脈穿刺を行なった。なお術中はプロポフォールを4mg/kg/hで投与し、静脈からのフェンタニル投与を併用した。

手術終了後は、非脊麻群は直ちに手術室からICUに入

連絡先：〒279-0021 浦安市富岡2-1-1
順天堂浦安病院 麻酔科
竹内和世
TEL:047-353-3111 FAX:047-380-6446
e-mail: kazuyo-t@juntendo-urayasu.jp

室し、人工呼吸管理を行なった。脊麻群は手術室での抜管を試みた後ICUに入室し、術後管理が行なわれた。なお追加鎮痛薬の指示は一樣に心臓外科医によって決められており、看護師の判断により投与された。合併症については看護師記録を参照とした。

分布検定はF検定を行ない、等分布ではStudent's t検定を、等分布でない場合はMann-Whitney U検定を行ない、有意差を検討した。なお有意差は $P<0.05$ とした。

結果

患者背景は表1のごとくで、性別、年齢(月齢)、体重は2群間になんら有意差はみられなかった(表1)。しかし、手術時間は、脊麻群 227.9 ± 33.58 分、非脊麻群 192.9 ± 41.34 分と、脊麻群で有意に長かった($P=0.0042$)(表1)。

	脊麻群	非脊麻群
症例数 (男:女)	21 (10:11)	15 (5:10)
月齢 (ヶ月)	111.5 ± 58.66	91.5 ± 37.90
身長 (cm)	126.7 ± 27.42	120.7 ± 16.96
体重 (kg)	29.7 ± 20.56	23.0 ± 8.67
手術時間 (分)	227.9 ± 33.58	192.9 ± 41.34

表1

術中投与したフェンタニルは、脊麻群 $8.7 \pm 4.0 \mu\text{g/kg}$ 、非脊麻群 $36.0 \pm 12.4 \mu\text{g/kg}$ と、脊麻群で有意に少なかった($P=2.32 \times 10^{-115}$)(表2)。

脊麻群の全症例の手術終了から抜管までの時間の平均は 28.8 ± 33.3 分、非脊麻群では 244.7 ± 92.5 分と有意に短かった($P=7.91 \times 10^{-125}$)。また、脊麻群での手術室抜管可能例は16例(76%)で、その手術終了から抜管までの時間の平均は 14.7 ± 12.8 分であった。

術後初回飲水までの時間は、脊麻群で 16.5 ± 7.9 時間、非脊麻群で 18.6 ± 4.4 時間と有意差はなかった(表2)。術後12時間以内のベンタゾシン等の鎮痛薬投与は、脊麻群7例(33%)、非脊麻群10例(66%)と、有意差はなかった(表2)。

	脊麻群	非脊麻群
フェンタニル投与量 (μg)	8.7 ± 4.0	36.0 ± 12.4
抜管所要時間 (分)	28.8 ± 33.3	244.7 ± 92.5
飲水開始までの時間 (時間)	16.5 ± 8.1	18.6 ± 4.6
鎮痛薬投与症例数 (例)	7 (33%)	10 (66%)

表2

術後合併症として、術後悪心嘔吐は脊麻群で7例(33%)、非脊麻群では7例(47%)あり、有意差はなかった。掻痒感も脊麻群にのみ6例(29%)認められた。呼吸抑制は、脊麻群に1例(5%)認められた。その他の合併症として、脊麻群では頸肩部痛2例(10%)、血胸1例(5%)を、非脊麻群では発熱2例(13%)、頭痛1例(7%)を認めた。なお脊麻時穿孔

の際の出血の影響から神経障害を残した症例はなかった。

考察

Anandら¹⁾は新生児の心臓外科麻酔時に術中には大量のスフェンタニルを、また術後にはフェンタニル、あるいはスフェンタニルを持続的に24時間投与することによって、術中には深い麻酔を、また術後の疼痛管理をした症例群と、術中はハロセン、モルヒネの比較的浅い麻酔を、術後はモルヒネとジアゼパムを間欠的に投与した群との間で、術中にストレスホルモンの遊離される量と術後合併症の発生頻度を比較した。術中に深い麻酔を、そして術後の疼痛管理も重点的に行なった群の方が、術中のストレスホルモン遊離が少ないだけでなく、術後合併症の発生頻度が有意に少なく、とりわけ術後死亡率も有意に少ないことを報告し、術中の麻酔管理だけでなく、術後疼痛管理の重要性も訴えた。しかし大量麻薬を用いた術後管理はICUでの人工呼吸管理を必要とし、人工呼吸管理に伴い増加するコスト、必要看護要員の増加など軽症心臓外科症例には見合わないコスト増となる。最近よく美容の点から小児で採用されている最小皮膚切開で軽症心臓外科手術が行われているが、術中は皮膚を最大限に牽引するため、術後は従来に比べて却って痛みが強いと言われている。したがって効率がよく、長時間作用する術後鎮痛法と、術後早期に人工呼吸管理を必要としない、手術室抜管が要求される。そこで少量の麻薬で麻酔管理を可能とする、硬膜外腔、あるいはくも膜下麻薬投与が小児心臓外科手術時の麻酔方法として取り上げられるようになってきている。

人工心肺を使用するときには全身へパリン化されることを考慮して、Hammer²⁾は硬膜外穿刺からへパリン投与までの時間を少なくとも60分経過させている。われわれは硬膜外腔穿刺時には出血の頻度が高いことを懸念し、くも膜下麻薬投与を選択した。なおかつ内頸静脈穿刺をくも膜穿刺後に行うようにしている。その結果がへパリン化される症例でも血腫形成による問題がおきなかったことに結びつくと思われる。Tryba³⁾は抗凝固剤使用などによる凝固機能異常がなければ、硬膜外血腫の合併発生率は、硬膜外ブロックでは1:150,000、脊麻では1:220,000と報告しており、脊麻による硬膜外血腫の発生頻度が少ないことからわれわれの選択は正しいのかもしれない。しかし発生すれば重篤な後遺症となりうるため、術前の凝固機能検査、抗凝固剤使用歴、家族歴、既往歴、皮下出血斑の有無などはチェックしておくべきである。

Piratら⁴⁾はくも膜下フェンタニルと静脈内フェンタニルを小児心臓外科手術の際に応用し、循環動態、ストレスホルモン遊離の程度を比較した。くも膜下には $2 \mu\text{g/kg}$ を一回投与し、その後はミダゾラムの持続鎮静によって麻酔維持した。一方フェンタニル静注群には $10 \mu\text{g/kg}$ をボース投与し、その後 $10 \mu\text{g/kg/h}$ で持続投与したが、

循環動態、ストレスホルモン抑制などに両群同様だったことを報告している。静注群では手術時間が平均4時間であることから、手術終了までに約50 µg/kgのフェンタニルが投与されることになり、フェンタニル大量投与症例と考えられる。静脈内総投与量の1/25量のくも膜下投与で大量フェンタニル静注に匹敵するような麻酔レベルを得ることができた。筋肉内投与の際の比較ではフェンタニルはモルヒネの100倍の強さを、硬膜外腔投与では20-80倍といわれており、その力価をモルヒネに換算すると100-160 µg/kgで、今回投与量の20-32倍量に相当する。それでは5 µg/kgでは不十分な麻酔レベルであったかという点、Leeら⁵⁾は成人のCABG手術で5 µg/kgモルヒネとブピバカインをくも膜下腔に投与すると、静脈からの投与鎮痛薬量は同等であっても、術中のストレスホルモンの遊離は少なく、受容体の感受性低下やダウンレギュレーションも少なく、循環動態も心係数は高く、肺血管抵抗も少ない、など好ましい結果を報告している。今回の研究では、手術時間に有意差が認められたが、術者がその時期により異なったためと考えられる。しかし、脊麻群の手術時間が長かったにも関わらず、有意に静脈内に投与したフェンタニル量は少なく、手術終了から抜管までの時間は短かった。これらのことから、また皮切時を含めた循環動態の安定さからも、モルヒネ5 µg/kgと0.4mg/kgブピバカインの併用くも膜下投与で十分だったと考えられる。なおHammer²⁾はくも膜下にモルヒネ7-10 µg/kg投与し、経静脈的には麻薬を投与していない。

小児心臓手術時のくも膜下モルヒネ投与量は報告者によって異なり、Jonesら⁶⁾は20-30 µg/kg、Hammer²⁾は7-10 µg/kg、Petersonら⁷⁾は5-10 µg/kg、そしてわれわれは当初10 µg/kgで始めたものの、嘔吐、強い搔痒感の発生頻度が高いことから5 µg/kgに減量した。

Petersonら⁷⁾の報告によれば、くも膜下モルヒネ投与による術後嘔吐頻度は33%で、われわれの結果と同様だった。術後嘔吐は患者にとっては不快な合併症で、創部痛をも引き起こす可能性のあることから、予防、治療すべきで、くも膜下モルヒネの投与量を減量する、または悪心、嘔吐予防薬をルーチンに投与する、などを考慮すべきであろう。しかし今回の調査では、非脊麻群で47%と、高い頻度の悪心、嘔吐を呈しているが、総投与麻薬量が多かったことが原因として考えられる。

くも膜下ブピバカイン投与は小児ではそれほど重篤な血圧低下は起きにくいとされている。しかし内頸静脈穿刺する際にトレンドレンプルグ体位をするためか、実際には血圧低下する症例も多くみられ、われわれは常に昇圧薬は準備しておき、循環虚脱が起きる前に十分な輸液、必要ならば昇圧薬の投与を行なうべきだと考える。

われわれは高比重ブピバカインを用いているが、頭部を下げ内頸静脈穿刺を行うため高位まで麻酔レベルが上昇する。しかしブピバカインを使用しない症例に比べ皮切に際しても循環変動が少ないことから、特に心臓手術

の際には高比重ブピバカインを併用する方が好ましいと考えている。

静脈内から投与するフェンタニルやプロポフォール量は担当する麻酔科医にまかされているため、覚醒が遅く意に反して手術室で抜管できなかった症例が24%あった。今後は抜管不成功率をもっと減少させるべく、静脈からの麻薬、プロポフォール投与量のプロトコルを決めていくべきだ、と考えている。

Jonesら⁶⁾はくも膜下モルヒネの鎮痛効果時間が対象例の40%が24時間以上、27%が22時間、33%が約13時間だったと報告している。その効果時間は投与前からは予測することはできないので、術後痛発現後の鎮痛薬投与についてはICU看護師などと協議しておかなければならない。われわれの結果では、くも膜下モルヒネが投与された脊麻群の33%に術後12時間以内、すなわち投与後約18時間以内に33%もの患児に鎮痛薬であるペンタゾシンが投与されており、これは非脊麻群に対して有意差がなかったが、ペンタゾシンが鎮静目的で投与された可能性もあり、鎮痛目的による使用はより少ないと思われる。

くも膜下モルヒネによる搔痒感も決して無視すべきものではなく、こどもによってはパニック状態になることもある。ヒドロキシジンの静脈内投与が効を奏した経験もあるが、重症例にはナロキサンによる拮抗も考慮されなければならない。

今回脊麻群で手術室において一度は抜管されながらも直ちに再挿管された症例は呼吸抑制とされた。しかし気道閉塞症状が強いために再挿管されたことを考慮すると、くも膜下モルヒネによる呼吸抑制とは判断できず、他併用麻酔薬の残存効果によるものと考えられる。しかし今回の研究対象症例ではないが、希釈違いにより結果的に50 µg/kgものモルヒネがくも膜下に投与されたわれわれの症例では、呼吸回数が少なく10回/分未満、という呼吸抑制が生じたため、ICUにおいてナロキソンが投与された。このことから術後十分な自発呼吸を望むならば、それ以下の投与量にすべきであろうと考える。

0.4mg/kgの脊麻用ブピバカインと5 µg/kgの塩酸モルヒネをくも膜下に投与することにより術中フェンタニル投与量も少なく、予定された症例の76%が手術室で抜管できたことにより、ICUでの呼吸管理を不要とし、術後12時間以内の鎮痛薬投与頻度も少なく、合併症頻度もそれほど多くないことから、軽症先天性心疾患児の麻酔管理法として有用と思われた。

文 献

- 1 Anand KJS, Phil D, Hickey PR: Halothane-morphine compared with high dose sufentanil for anesthesia and postoperative analgesia in neonatal cardiac surgery. N Engl J Med 1992;326:1-9.
- 2 Hammer GB: The use of regional anesthesia in combination

- with general anesthesia for cardiac surgery in children. 日小児麻酔会誌 2002;8:41-9.
- 3 Tryba M: Epidural regional anesthesia and low molecular weight heparin: Pro. Anaesth Intensivmed Notfallmed Schmerzther 1993;28:179-81.
 - 4 Pirat A, Akpek E, Arslan G: Intrathecal versus iv fentanyl in pediatric cardiac anesthesia. Anesth Analg 2002;95:1207-14.
 - 5 Lee TWR, Grocott HP, Schwinn D, et al.: High spinal anesthesia for cardiac surgery. Anesthesiology 2003;98:499-510.
 - 6 Jones SEF, Beasley JM, Macfarlane DWR, et al.: Intrathecal morphine for postoperative pain relief in children. Br J Anaesth 1984;56:137-40.
 - 7 Peterson KL, DeCampi WM, Pike NA, et al.: A report of two hundred twenty cases of regional anesthesia in pediatric cardiac surgery. Anesth Analg 2000;90:1014-9.

Intrathecal morphine with bupivacaine for pediatric cardiac surgery. -retrospective study-

Kazuyo Takeuchi, Yoh Horimoto, Keiko Ishigaki, Takayuki Tohyama, Tokunori Omathu, Makoto Imai
Shizuoka Children's Hospital, Department of Anesthesia
Urushiyama 860, Shizuoka-shi, 420-8660, Japan

Abstract

Intrathecal opioid combined with general anesthesia has been paid attention in pediatric cardiac anesthesia, because that could make early extubation and induce comparative prolonged post-operative analgesia. We conducted a retrospective study comparing two anesthesia techniques among 36 children who were allocated to study group (21 children) and control group (15 children). The patients in study group were administered morphine (5 μ g/kg) and 0.5% hyperbaric bupivacaine (0.4 mg/kg) intrathecally. Anesthesia was maintained with intravenous fentanyl in both of study and control group. The dose of fentanyl (8.7 \pm 4.0 μ g/kg) in study group, was significantly smaller than that (36.0 \pm 12.4 μ g/kg) in control group. In study group, 16 children (76%) could be extubated just after surgery in the operating room. The time between the end of surgery and extubation was 28.8 \pm 33.3 minutes in study group, which was significantly shorter than that (244.6 \pm 92.5 minutes) of control group. There was no significant difference in the time of first oral fluid intake after surgery, requirement of analgesics within 12 hours after surgery and the incidence of post-operative nausea and vomiting. Itchiness and respiratory depression occurred in 29% and 5%, respectively in study group. There were no neurological sequelae due to subarachnoid block. We concluded that intrathecal morphine and bupivacaine was an effective strategy to aim early extubation in the anesthetic management of pediatric patients undergoing cardiac surgery.

Keywords: intrathecal morphine, pediatric cardiac anesthesia, early extubation