

心臓外科手術中のイオン化マグネシウム値の推移

埼玉医科大学総合医療センター麻酔科

小澤佳奈, 保科真由, 北岡良樹, 福山達也, 鈴木俊成, 丸尾利彦, 小山 薫, 宮尾秀樹

キーワード: イオン化マグネシウム, 心臓手術, 低マグネシウム血症

連絡先: 小澤佳奈

〒350-8550 埼玉県川越市鴨田1981

埼玉医科大学総合医療センター麻酔科内

Tel: 049-228-3654

Fax: 049-226-2237

E-mail: kkoyama@saitama-med.ac.jp

要 旨

緒 言

マグネシウムは生体内での多くの代謝に関与する重要な陽イオンである。大手術後やICU症例では低マグネシウム血症の頻度が高く予後との関与も指摘されている。今回、心臓外科周術期におけるイオン化マグネシウム値を後方視的に検討した。

対象と方法

2012年6月から11月の予定心臓外科症例を対象とした。手術中にマグネシウム製剤を投与した症例は除外した(心筋保護液は除く)。イオン化マグネシウム値はnova biomedical社製の血液ガス分析装置を使用した。麻酔記録から、1)麻酔導入後、2)人工心肺開始時、3)人工心肺終了時、4)手術終了時のイオン化マグネシウム値を調査した。

結 果

対象は15症例であった。それぞれの時期におけるイオン化マグネシウム値(mmol/l)は、1) 0.56 ± 0.06 , 2) 0.50 ± 0.05 , 3) 0.54 ± 0.11 , 4) 0.53 ± 0.06 (平均 \pm 標準偏差)であった。最低値を示す時期としては10例が人工心肺開始時、5例が人工心肺終了時であり、最低値はそれぞれ0.42, 0.24であった。1例で人工心肺終了時に異常低値(0.24)であったが、その他は概ね基準値で推移した。

考察と結語

ICUに入室する重症例で想定外の低マグネシウム血症を時に経験する。心臓外科症例での低マグネシウム血症は不整脈等との関与が指摘されている。生理的活性を示すのはイオン化マグネシウム値であるが、適切にモニターされていないのが現状である。今回の検討で心臓外科周術期に低マグネシウム血症を来し、時に大幅な低下を来しうることが示唆された。低マグネシウム血症の早期発見、補正の際の至適投与量決定のためのイオン化マグネシウム値モニターの重要性が再認識された。

はじめに

マグネシウムは生体内で多くの代謝に関与する重要な陽イオンである¹⁾。臨床において産科領域や低マグネシウム血症に関与した不整脈治療でのマグネシウム投与の有用性は確立されており^{2, 3)}、

その他の応用も示唆されている⁴⁾。

一方、大手術後やICU入室症例では低マグネシウム血症の頻度が高く予後との関与も指摘されている^{5, 6)}。生理的活性を示すのはイオン化マグネシウム値であるが、測定機器が限られているため、

多くの施設では中央検査室での全マグネシウム濃度測定のみしかできず頻回な測定も困難なのが現状である。

今回、心臓外科周術期におけるイオン化マグネシウム値を後方視的に検討した。

対象と方法

本研究は後向き観察研究であり、当院倫理委員会の承認を得て行った。

2012年6月から11月の予定心臓外科症例を対象とした。手術中にマグネシウム製剤を投与した症例は除外した(心筋保護液は除く)。心臓外科手術において、橈骨動脈に留置した観血的動脈圧ルートからの動脈血血液ガス分析は周術期管理の一環としてルーチンに行われている。

動脈血採血では混在するヘパリンの影響を避けるため、イオン化カルシウム調整済乾燥リチウムヘパリンシリンジ(Line Draw Plus®, スミスマディカル・ジャパン)を使用している。当院手術室の血液ガス分析装置(STAT PROFILE® Critical Care Xpress, nova biomedical社)は電解質としてナトリウム、カリウム、イオン化カルシウ

ム、イオン化マグネシウムがセットで測定される。麻酔記録から、1)麻酔導入後、2)人工心肺開始時、3)人工心肺終了時、4)手術終了時におけるイオン化マグネシウム値、その他電解質異常(イオン化カルシウム、カリウム値)、血行動態異常の有無を調査した。

結 果

対象は15症例であった。原疾患は弁疾患8名、冠動脈バイパス術3名、胸部大動脈瘤3名、心房中隔欠損症1名、全て人工心肺を使用して手術が行われた。当院は人工心肺時の心筋保護液として、Bretschneider液(K 7, Na 12, Mg 4, 単位はそれぞれmEq/l)を使用している。手術中の輸血施行例は7名であった。

全症例のイオン化マグネシウム値の推移を図に示す。それぞれの時期におけるイオン化マグネシウム値(mmol/l)は、1) 0.56 ± 0.06 ; $0.42 \sim 0.63$, 2) 0.50 ± 0.05 ; $0.41 \sim 0.61$, 3) 0.54 ± 0.11 ; $0.24 \sim 0.65$, 4) 0.53 ± 0.06 ; $0.44 \sim 0.66$ (平均 \pm 標準偏差; 最小 \sim 最大値, 基準値 $0.45 \sim 0.60$)であった(表)。最低値を示す時期としては10例が人工心

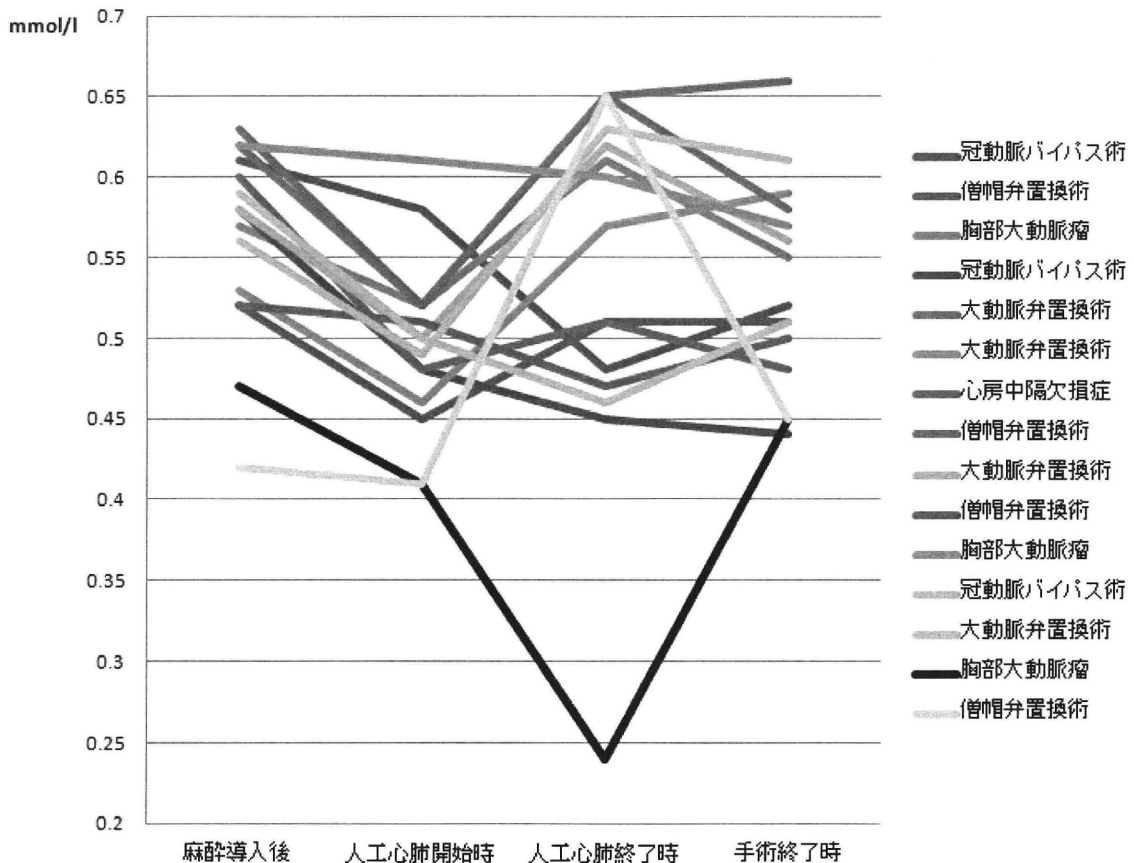


表. 各測定時期でのイオン化マグネシウム値 (mmol/l)

麻酔導入後	0.56±0.06	(0.42～0.63)
人工心肺開始時	0.50±0.05	(0.41～0.61)
人工心肺終了時	0.54±0.11	(0.24～0.65)
手術終了時	0.53±0.06	(0.44～0.66)
平均±標準偏差 (最小～最大値)		

肺開始時、5例が人工心肺終了時であった。1例で人工心肺終了時に0.24と異常低値を示した。本症例は人工心肺下に胸部大動脈瘤術後の再開胸止血術を行った症例であったが、不整脈等なく血行動態は安定していた。他の14症例のイオン化マグネシウム値はおおよそ基準値内で推移した。

その他イオン化カルシウム、カリウム値等は正常範囲内で推移、不整脈等の血行動態の変動が見られた症例もなかった。

考 察

マグネシウムは生体内で4番目に多い重要なイオンであり、貯蔵、代謝、エネルギー利用など多くの細胞機能維持に基本的な役割を果たしている¹⁾。成人の体内には平均24 gのマグネシウムが存在し、60%は骨、20%は筋細胞内、20%は軟部組織に分布している⁷⁾。細胞内マグネシウムの2～3%はイオン化しており細胞内マグネシウム恒常性を維持している。全身のマグネシウムのうち細胞外にあるのは血漿中の0.3%を含めわずか1%にすぎない。血漿中のマグネシウムの60%はイオン化しており、7%は陰イオンと、33%は蛋白質と結合している⁷⁾。総マグネシウム濃度は0.7～1.0 mEq/l (1.7～2.4 mg/dl)である。

臨床におけるマグネシウム投与については様々な報告がある。子癇発作やトルサデポアン型不整脈でのマグネシウム投与のエビデンスは確立されている^{2,3)}。重症喘息発作での有用例についても多くの報告がある⁸⁾。その他、抗侵害作用、鎮痛作用、神経保護、心筋保護等についての報告もあるが必ずしも意見の一致はみられていない⁴⁾。

一方、入院患者の7～11%に低マグネシウム血症が認められたとの報告がある^{5,9)}。特に大手術後やICU入室症例では低マグネシウム血症の頻度が増加し、重症度や予後との相関が認められたと

の報告もある^{5,6)}。当院でもICUに入室する重症例で時にイオン化マグネシウム値の低値を経験する。生理的活性を示すのはイオン化マグネシウムであり、総マグネシウム値とイオン化マグネシウム値は必ずしも相関しない。重症例ではイオン化マグネシウム値を経時的にモニターすることが合理的である。

しかしながら測定機器の関係でベッドサイドでの測定が出来ず、中央検査室での総マグネシウム値測定に頼らざるを得ない施設が多いのが現状であり、頻回な測定も困難である。子癇治療等で高用量のマグネシウム投与を行う場合、ベッドサイドでの頻回なイオン化マグネシウム値測定が治療および安全管理上の鍵となる。また採血時のヘパリンにより、イオン化マグネシウム値を過小評価することにも注意が必要である¹⁰⁾。

当院の中央手術室、ICUおよび総合周産期センターにはイオン化マグネシウム測定可能な血液ガス分析装置があるため、ルーチンなイオン化マグネシウム値の測定が可能である。

本研究では心臓外科症例の周術期のイオン化マグネシウム値の推移を後向き観察研究で検討した。殆どの症例でイオン化マグネシウム値は基準値付近であったが、1例で異常低値を認めた。低マグネシウム血症の機序としては、マグネシウム摂取不足、消化管や腎からの喪失、輸血時のクエン酸によるキレート、細胞外液輸液や人工心肺での希釈等があるが^{11,12)}、本症例で異常低値を示した理由は不明である。今後、症例数を重ねて検討を継続必要がある。

おわりに

今回の検討で心臓外科周術期のイオン化マグネシウム値は時に大幅な低下を来しうることが示唆された。低マグネシウム血症の早期発見、あるいは補正の際の至適投与量決定のためにイオン化マグネシウム値を経時的にモニターすることが重要であると思われた。

参考文献

- 1) Fawcett WJ, Haxby EJ, Male DA: Magnesium: Physiology and pharmacology. *Br J Anaesth.* 83 : 302-20, 1999
- 2) Lucas MJ, Leveno KJ, Cunningham FG: A comparison of magnesium sulfate with phenytoin for the treatment of eclampsia. *N Eng J Med.* 333 : 201-5, 1995
- 3) Kaye P, O' Sullivan I: The role of magnesium in the emergency department. *Emerg Med.* 19 : 288-91, 2002
- 4) Herroeder S, Schonherr ME, DeHert SG, et al: Magnesium - Essentials for anesthesiologists. *Anesthesiology.* 114 : 971-93, 2011
- 5) Rubeiz GJ, Thill-Baharrozian M, Hardie D, et al: Association of hypomagnesemia and mortality in acutely ill medical patients. *Crit Care Med.* 21 : 203-9, 1993
- 6) Stippler M, Fischer MR, Puccio AM, et al: Serum and cerebrospinal fluid magnesium in severe traumatic brain injury outcome. *J Neurotrauma.* 24 : 1347-54, 2007
- 7) Elin RJ: Magnesium: The fifth but forgotten electrolyte. *Am J Clin Pathol.* 102 : 616-22, 1994
- 8) Rowe BH, Bretzlaff JA, Bourdon C, et al: Magnesium sulfate for treating exacerbations of acute asthma in the emergency department. *Cochrane Database Sysyt Rev.* CD001490, 2000
- 9) Chernow B, Bamberger S, Stoiko M, et al: Hypomagnesemia in patients in postoperative intensive care. *Chest.* 95: 391-7, 1989
- 10) 本保 晃, 照井克生, 田中 基, ほか: 正期産健常新生児における臍帯血イオン化マグネシウム値と添加ヘパリンによる差. *体液・代謝管理.* 28 : 93-101, 2012
- 11) Aglio LS, Stanford GG, Maddi R, et al: Hypomagnesemia is common following cardiac surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 5: 201-8, 1991
- 12) Schwarz RE, Nevarez KZ: Hypomagnesemia after major abdominal operations in cancer patients: clinical implications. *Arch Med Res.* 36 : 36-41, 2005