

## 術中の血糖管理について

多保悦夫

愛媛大学医学部麻酔・蘇生学教室

### 【はじめに】

全身麻酔中は低血糖をきたしても、頻脈、血圧低下、冷汗、昏睡などの身体症状がでない場合が多く、血糖値のコントロールはより厳密に行わなければならない。極端な低血糖の持続は、ブドウ糖を唯一のエネルギー源としている脳に対し不可逆的な損傷をきたす場合がある<sup>1)</sup>。一方、高血糖は多尿、術後の創感染、創傷治癒遅延の原因となり<sup>2)</sup>、高度になると高浸透圧性昏睡をきたし、全身麻酔からの覚醒遅延をおこすこともある。したがって、術中の血糖コントロールは全身麻酔管理上の重要な項目の一つである。

### 【術前の血糖値】

術中の血糖値を考える上で、まず術前の血糖値が問題となる。自験例および過去の文献をみても、絶食時間が長くなるにつれ血糖値は低くなる傾向にある<sup>3)-5)</sup>(表1)。临床上は午前の手術であれば12時間絶食、午後の手術であれば17時間絶食が普通であり、血糖値は80mg/dl前後になることが多いが、症例によっては60mg/dlを下回ることもある。1999年、ASA

により手術前の絶飲および絶食期間のガイドラインが発表された<sup>6)</sup>。それによると、水、ジュース、紅茶などのClear liquidは麻酔2時間前までOKということなので、現在当院では麻酔3時間前に糖水の摂取を積極的に促すことで、低血糖を防止している。

### 【術中輸液に糖は必要か】

手術中は、ストレス反応によりカテコラミン、コルチゾル、グルカゴン、成長ホルモンなどの血中濃度が上昇し、高血糖となることは古くから知られており<sup>7)</sup>、術中に糖を補給しなくても、血糖値は上昇する。しかし、17時間の絶食後、婦人科小手術をうけた50例中数例で血糖値が40mg/dl以下となったという報告もあり<sup>4)</sup>、小手術ではストレスが少なく、輸液中に糖を含めないと血糖値は上昇しない。また、術中にまったく糖を与えないと、体蛋白や脂肪の分解亢進がおこり、血中遊離脂肪酸の増加やケトアシドーシスをおこすことがある。したがって、術中には高血糖をきたさない程度の少量の糖補給が必要と思われる。糖には、グ

表1 絶食時間と血糖値

報告者	12時間絶食	17時間絶食	24時間絶食	72時間絶食
著者 <sup>3)</sup>	86mg/dl	75mg/dl	—	—
Doseら <sup>4)</sup>	—	54mg/dl	—	—
Merimeeら <sup>5)</sup>	—	—	58mg/dl	41mg/dl

表2 糖質の種類とその特徴<sup>8)</sup>

糖質の種類	インスリン依存性	安全な投与速度 (g/kg/hr)	乳酸アシドーシス	尿中排泄率 50g/2hr (%)	代謝される組織
グルコース	(+)	0.3~0.5	(-)	0.2	全組織
フルクトース	(-)	0.2~0.3	(+)	1.1	主に肝
ソルビトール	(-)	0.2	(+)	18.1	主に肝
キシリトール	(-)	0.1~0.2	(+)	18.3	主に肝
マルトース	(-)	0.1~0.2	(-)	11.8	全組織

ルコース以外にフルクトース、ソルビトール、キシリトール、マルトースなどがある(表 2<sup>8)</sup>) が、乳酸アシドーシスの惹起、尿中排泄率や代謝速度の問題等により、結局はグルコースを用い、血糖を測定しながら高血糖になればインスリンを投与するというのが今の一般的な考え方である。

【術中輸液内の糖濃度】

麻酔導入時には短時間に300ml～500mlの輸液をするため、輸液に糖を含まない場合は希釈性の血糖低下を、糖を含む場合は糖の濃度に依存して血糖上昇をきたす可能性がある。実際に無糖液、1%ブドウ糖液、2.6%ブドウ糖液、および5%ブドウ糖液を麻酔導入時に投与した場合の血糖値の変化をみると<sup>3)9)</sup>、無糖液ではほとんど変化せず、1%ブドウ糖液および2.6%ブドウ糖液では150mg/dl前後、5%ブドウ糖液では200mg/dl以上の高血糖となった(図1)。また、術中の血糖値も麻酔導入時と同様、無糖液ではあまり変化せず、1%ブドウ糖液および2.6%ブドウ糖液では150mg/dl前後で安定し、5%ブドウ糖液では250mg/dl以上の高血糖となった。無糖液では血糖値は安定していたが、遊離脂肪酸とケトン体は徐々に上昇し、エネルギー不足が示唆された<sup>9)</sup>。

実際には血糖値を左右するのは糖の濃度ではなく、単位時間当たりの投与量であり、糖濃度が低くても、輸液量が多ければ血糖値は上昇する。つまり、糖濃度よりも時間当たりの糖の補給量が問題であり、0.1～0.15g/kg/hrのブドウ糖補給が高血糖を惹起せず、体蛋白の異化亢進も抑制するので適当と考えられる。

術中の最適ブドウ糖投与速度を0.1g/kg/hrとし、臨床例で考えると眼科、耳鼻科、整形外科など、ほとんど出血もなく、不感蒸泄も考慮しなくてよい手術では5%ブドウ糖含有液を125ml/hrの速さで、開胸手術では2.5%ブドウ糖含有液を250ml/hrの速さで、開腹手術では2.5%ブドウ糖含有液を250ml/hrと無糖液を150ml/hrの速さで輸液するのが適当と考えられる。

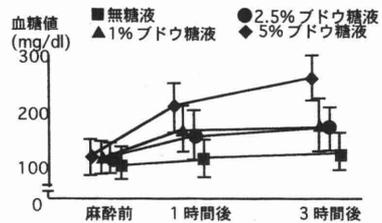


図1. 手術中の血糖値の変化<sup>3)9)</sup>

無糖液および1%ブドウ糖液では、1時間後に900ml、3時間後には2100ml輸液し<sup>9)</sup>、2.6%ブドウ糖液および5%ブドウ糖液では、1時間後に500ml、3時間後には1500ml輸液した<sup>3)</sup>。

【特殊ケース】

脳外科手術では、脳鉤などで脳や血管を圧迫するため、局所的な脳虚血に陥ることがある。脳虚血時に高血糖であるとブドウ糖の嫌気性代謝は亢進し、乳酸が増加する。乳酸の増加は細胞内pHを低下させ、最終的には細胞死をきたす場合があり、脳障害を進行させる<sup>10)</sup>。脳外科手術時にブドウ糖含有液を投与すると高血糖になること、無糖液のみでも4時間程度であれば低血糖をおこさないこと<sup>11)</sup>から脳外科手術中は糖の投与はしないというのが原則である。しかし、長時間手術や小児では低血糖になることがある<sup>12)</sup>ので注意が必要である。

新生児、乳児では体内のグリコーゲンのストックがほとんどなく低血糖に陥りやすいのでブドウ糖投与が必要であるが、5%ブドウ糖含有液では成人と同様高血糖になることが多いため、5%以下の濃度が勧められている<sup>13)</sup>。

糖尿病患者では、食事療法や経口糖尿病薬のみで血糖をコントロールしている場合は、手術日の投薬中止の他は一般と同じ飲水指示でよい。1日投与インスリン量が40単位以下の場合は手術日の朝5%ブドウ糖含有液を100ml/hで点滴静注しながら、通常投与のインスリン量の半分のレギュラーインスリンを皮下注射する。1日投与インスリン量が40単位以上およびIDDMの場合は手術日の朝10%ブドウ糖含有液を80ml/hで点滴静注しながら、側管よりレギュラーインスリンを1U/hで開始し、血糖値が100-200mg/dlになるよう1時間毎に血糖値を測定する。

【まとめ】

術中輸液剤の含有糖濃度をまとめると、1. 術前輸液は、原則不必要である。ただし、消化管手術などで長期の絶食および絶飲が必要な場合、特に小児では術前輸液が必要なケースがある、2. 術中は、高血糖になりやすいため輸液中には糖を含まなくてもよいという意見もあるが、体蛋白異化やケトーシスの防止のためにも糖の投与は必要と思われる、3. 糖の種類も色々あるが、ブドウ糖が望ましい、4. 麻酔

導入時は、輸液スピードが速いため1%ブドウ糖含有液を使用する、5. 麻酔維持には、輸液量の少ない手術では5%ブドウ糖含有液を使用し、輸液量の多い手術では2.5%ブドウ糖含有液を使用する、6. 脳外科手術では、原則小児を除いて術中の糖補給は不要である、7. 糖尿病患者では、血糖値の測定を頻回にし、高血糖時には積極的にインスリンを投与する。

【引用文献】

- 1) Kaye AD & Grogono AW: Fluid and electrolyte physiology. Anesthesia, 5th ed. Edited by Miller RD, Churchill Livingstone, Philadelphia, 2000, p1586-1612
- 2) Stagnaro-Green A: Perioperative glucose control: does it really matter? Mt Sinai J Med 58: 299-304, 1991
- 3) 多保悦夫, 大熊康裕, 天川和彦, 他: 全身麻酔中の血糖の変化-術前・術中輸液の糖濃度の影響. 臨床麻酔 17: 1313-1316, 1993
- 4) Dose VA & White PF: Effect of fluid therapy on serum glucose concentrations in fasted outpatients (abstract). Anesthesiology 63: A262, 1985
- 5) Merimee TJ & Tyson ET: Stabilization of plasma glucose during fasting. N Engl J Med 291: 1275-1278, 1974
- 6) ASA: Practice guideline for preoperative fasting and the use of pharmacologic agents to reduce the risk of pulmonary aspiration: application to healthy patients undergoing elective procedures. Anesthesiology 90: 896-905, 1999
- 7) Weddell AG & Gale HED: Changes in the blood-sugar level associated with surgical operations. Br J Surg 22: 80-87, 1934
- 8) 河野克彬: 輸液療法入門. 金芳堂, 京都, 1989, p37
- 9) 岡田和夫, 並木昭義, 奥秋 晟, 他: 新規酢酸リンゲル液GA-1165の第Ⅲ相臨床試験. 臨床と研究 73:1881-1899, 1996
- 10) Gold MS: Perioperative fluid management. Critical care clinics 8: 409-421, 1992
- 11) De Stefanis P, Auci E, Romano R: Blood glucose and intracranial surgery. Minerva Anesthesiol 60: 437-442, 1994
- 12) Conran AM & Kahana M: Anesthetic considerations in neonatal neurosurgical patients. Neurosurg Clin N Am 9: 181-185, 1998
- 13) Welborn LG, McGill WA, Hannallah RS, et al: Perioperative blood glucose concentrations in pediatric outpatients. Anesthesiology 65: 543-547, 1986