

原 著

高張マンニトール付加体外循環時の
尿中電解質排泄及び腎機能について中川 美穂* 田中 義文** 滝沢 洋之*
夏山 卓** 智原 栄一** 木下 隆**
平田 蒼* 宮崎 正夫***

要 旨

17例の開心術症例において、麻酔導入直後より15分あるいは30分毎に血清浸透圧・尿量・尿浸透圧の測定と、尿中及び血中のナトリウム、カリウム、尿素窒素及びクレアチニン濃度の測定を行った。マンニトール付加体外循環の影響を検討するために全てのデータをI期（体外循環移行前）及びII期（体外循環移行後及び離脱後）に分けた。

体外循環移行後、血清浸透圧は移行前に比して有意に ($p < 0.05$) 増加した。クレアチニン・クリアランスにはI期とII期で有意差を認めなかった。尿浸透圧は体外循環前の値に拘らず、血清浸透圧値に近づき、ほぼ等張と (315.3~372.1 mOsm/l) なった。尿中ナトリウム、カリウム、尿素窒素、クレアチニン濃度はすべて血清値に近づいた。I期におけるナトリウム排泄率は0.35~1.49%、カリウム排泄率は9.8~19.3%であったが、II期でしかも250~400 mOsm/lの等張尿が排泄されている間はそれぞれ4.7~30.5%、58.5~110.9%と有意に ($p < 0.05$) 増加した。

高張マンニトール付加体外循環時には、低体温及びマンニトールの影響により、電解質、及び水の再吸収阻害と尿の濃縮力障害が起こり、原尿に近い尿の排泄による利尿が得られる。

はじめに

多くの施設で体外循環の回路充填液に高張マン

ニトールが加えられている。この目的は主として体外循環時の利尿と、虚血性腎障害発生の予防である¹⁾²⁾。この際、腎血流量の指標であるクレアチニン・クリアランスは体外循環移行後は移行前の約1/4から1/6まで低下すると報告されている¹⁾²⁾。それにも拘らず利尿が得られる²⁾のはナトリウムの再吸収障害、及び腎の尿濃縮力障害によると考えられる。また、高カリウム心停止液により大量のカリウムが投与されるにも拘らず低カリウム血症を来すことが多いのは³⁾尿中に大量のカリウムが排泄されるためと予想される。

今回我々は、高張マンニトール付加体外循環中の尿中電解質排泄を検討し、体外循環中及び後の浸透圧利尿時の腎機能について考察した。

対 象

対象は、術前検査により腎機能障害を認めない、年齢生後2カ月から67歳の17例の開心術症例とした。CABG 4例、僧帽弁置換術3例、ASD根治術3例、PS解除術2例、VSD根治術、ECD根治術、左心房腫瘍摘出術、PDA大動脈側パッチ、CABG及び大動脈弁置換術各1例であった。

麻酔導入直後より15分あるいは30分毎に採血・採尿し、血清浸透圧・尿量・尿浸透圧の測定と、尿中及び血中のナトリウム（以下Na）、カリウム（K）、尿素窒素（UN）、クレアチニン（Cr）の測定を行い、その経時的変化を追求した。測定時間は原則として、麻酔導入から24時間とした。浸透圧はKnauerの浸透圧計を用い、氷点降下法により測定した。ナトリウム及びカリウム濃度はイオン電極法Na、K、Ca全自動測定装置（NOVA Biomedical社製）を用いて測定した。尿素窒素

*社会保険神戸中央病院麻酔科

**京都府立医科大学麻酔学教室

***国立舞鶴病院

濃度は BUN Analyzer 2 (Beckman 社製) を用いウレアーゼによる酵素的伝導法にて、またクレアチニンは Cr Analyzer 2 (Beckman 社製) を用い Jaffe 法にて測定した。

測定値は mean±SD で示し、各群間の比較は unpaired t-test により統計学的検定を行い、 $p < 0.05$ をもって有意であると判定した。

得られたデータよりさらに糸球体濾過率 (以下 GFR), 単位時間当りのナトリウム排泄量 (Naex), カリウム排泄量 (Kex), クレアチニン排泄量 (Crex), 尿素窒素排泄量 (UNex), 及びナトリウム排泄率 (FENa), カリウム排泄率 (FEK), 尿素窒素排泄率 (FEUN) を計算した。ただし Naex は、体重 1 kg あたり 1 分間に排泄された Na 量 (mEq) であり、また FENa は、糸球体で濾過された Na 量に対する実際に排泄された Na 量の割合 (%) とする。

解析 1

- 1) 体外循環前後を通じて、尿浸透圧並びに尿電解質組成の経時的变化を調べ、高張マンニトール付加体外循環時に排泄される尿の特徴を検討した。
- 2) 体外循環前後の血清浸透圧の変化を検討した。また、体外循環前の尿浸透圧と移行後の尿浸透圧の関係を検討した。尿浸透圧は患者の水分摂取の程度により相当変動するため、体外循環移行前の値により高張尿群 (移行前の尿浸透圧 285 mOsm/l 以上, 14 例) と低張尿群 (285 mOsm/l 以下, 3 例) に分けて検討した。

結果 1

図 1 に、典型的な一症例の開心術前後あせて 24 時間の、尿量、尿浸透圧、尿中 Na 濃度、K 濃度、UN 濃度、Cr 濃度の経時的变化を示す。

体外循環前の尿浸透圧は約 800 mOsm/l と非常に高値であり、尿中 Na, K, UN, Cr 濃度はそれぞれ約 150~170 mEq/l, 70~80 mEq/l, 1000 mg/dl, 230~260 mg/dl と全て高値であった。一方、尿量は 0.001~0.008 ml/kg/min と少なかった。体外循環移行と同時に尿量は著明に増加し、一時的な減少はみられるものの体外循環中は全般的に増加した。体外循環後徐々に減少するがフロセミドの投与により一時的な増加をみた。また、

尿浸透圧は体外循環移行直後に約 300 mOsm/l まで低下し、体外循環中はほぼ 300~400 mOsm/l を維持した。体外循環離脱後徐々に回復し、時間と共に高張尿となった。フロセミドの投与により一時的に低下した。体外循環前は尿中 Na, K, UN, Cr 濃度は全て高く、尿は高浸透圧性となった。移行後のこれらの成分は、Na 約 50~110 mEq/l, K 約 10~40 mEq/l, UN 約 30~70 mg/dl, Cr 約 2~10 mg/dl と全て低濃度となり、血清の濃度に近づいた。移行後の尿中 K 濃度、Cr 濃度、UN 濃度の変化は、尿浸透圧と同じ動きを示した。しかし、尿中 Na 濃度変化はむしろこれらとは逆の動きを示した。

表 1 に体外循環前後の血清浸透圧及び尿浸透圧を示した。血清浸透圧平均値は体外循環 30 分後 306.6 mOsm/l, 120 分後 300.2 mOsm/l であり、体外循環前の平均値 281.4 mOsm/l に比して有意

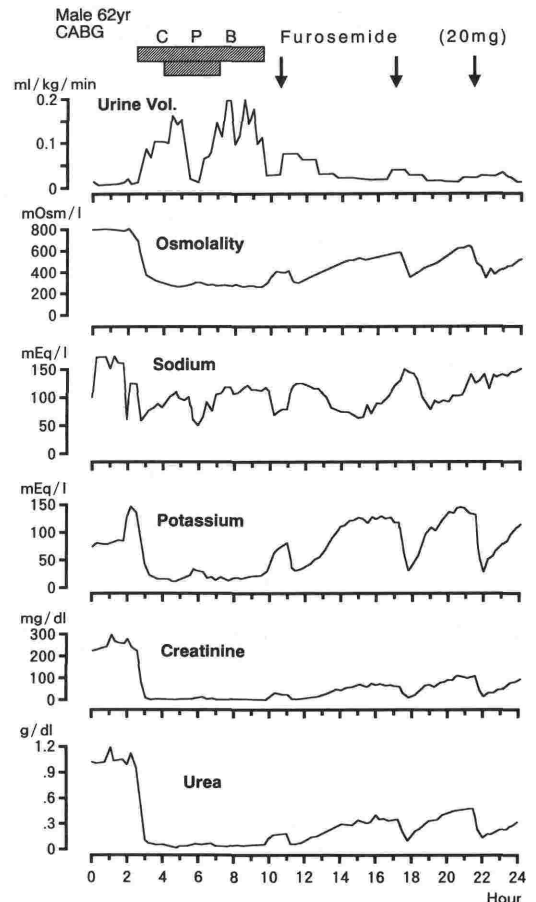


図 1 一開心術症例における尿量・尿浸透圧・尿中 Na・K・UN・Cr 濃度の経時的変化

浸透圧 (mOsm/l)		CPB 前	CPB中						
			30分	60分	90分	120分	150分	180分	
血清		281.4 ± 11.4	** 306.6 ± 11.3	* 299.0 ± 11.6	** 302.0 ± 9.4	** 300.2 ± 9.5	** 301.8 ± 10.8	** 300.6 ± 9.9	
尿	低張尿群 (n = 3)	169.7 ± 86.0	* 358.0 ± 8.9	* 353.3 ± 22.4	* 359.7 ± 27.5		344.3 ± 44.0	333.3 ± 64.3	315.3 ± 30.3
	高張尿群 (n = 14)	497.5 ± 117.0	** 372.1 ± 101.0	** 336.5 ± 46.0	** 337.8 ± 59.1	** 338.5 ± 70.1	* 346.8 ± 93.9	* 347.8 ± 77.8	

p < 0.05, p < 0.01 : CPB前値に対する有意差

表1 体外循環前後の血清浸透圧及び尿浸透圧 (mean±SD) の推移.

に (p<0.01) 増加した。また尿浸透圧は、体外循環移行後、移行前の浸透圧値の如何に関わらず血清浸透圧に近づき、体外循環30分後の平均値は高張尿群で 372.1 mOsm/l, 低張尿群で 358.0 mOsm/l であり、120分後は高張尿群で 338.5 mOsm/l, 低張尿群で 344.3 mOsm/l であった。

解析 2

高張マンニトール付加体外循環時には、浸透圧 300~400 mOsm/l のほぼ等張の尿が排泄される。次に尿浸透圧と尿の電解質組成との関係を検討するため、全データを症例に拘りなく尿浸透圧別に次の10のグレードに分けた。尿浸透圧 ①250 mOsm/l 以下, ②250~300 mOsm/l, ③300~350 mOsm/l, ④350~400 mOsm/l, ⑤400~450 mOsm/l, ⑥450~500 mOsm/l, ⑦500~550 mOsm/l, ⑧550~600 mOsm/l, ⑨600~650 mOsm/l, ⑩650 mOsm/l 以上。その上で体外循環の影響をみるため、各グレードをI期(体外循環移行前), 及びII期(体外循環移行後, 離脱後及び術後も含む)に分けた。

- 1) 各グレード, 各期における尿量, 尿中 Na, K, UN, Cr 濃度の平均値及び標準偏差値を求めた。
- 2) マンニトール付加体外循環時には、一般に GFR は低下するにも関わらず利尿が得られる²⁾。これには水及び電解質の再吸収不全が関与すると考えられる。これを検討するため、各グレード, 各期における Naex, Kex, UNex,

Crex, FENa, FEK, FEUN を求めた。

結果 2

各期, 各グレードにおける尿量, 尿中 Na, K, UN, Cr 濃度, GFR, Naex, Kex, UNex, Crex, FENa, FEK, FEUN の値を表2に示した。

移行後(II期)の尿量は尿浸透圧①, ②, ③のグレードにおいて移行前(I期)の約2.5~15倍へと有意に (p<0.05) 増加した。

ほぼ等張尿である浸透圧②, ③のグレードでI期とII期を比較すると尿の電解質組成には次のような特徴がみられる。すなわち Na 濃度は有意に (p<0.01) II期の方がI期より高く, I期間の比較では尿浸透圧の上昇と共に増加する傾向がある。一方II期間で比較すると, 尿中 Na 濃度は尿浸透圧が増加するにつれ減少する傾向がみられた。

②, ③, ④のグレードでは K, UUN 及び Cr 濃度はII期の方がI期に比して有意に (p<0.05) 低い。その結果, 全ての電解質及び濃度はII期の方がI期よりはるかに血清濃度に近づいた。

GFR については各グレード, 各群間に有意差はみられなかった。

単位時間当たり尿中 Na 及びK排泄量は①, ②, ③のグレードにおいてII期の方がI期より有意に (p<0.05) 多かったが, UN 及び Cr 排泄量には差が認められなかった。

尿浸透圧と FENa 及び FEK の関係を図2に示した。I期における FENa は平均0.35~1.49%であり浸透圧間に有意差は認めなかった。II期

Urine Osmolality	Stage	UV X 10 ⁻³ (ml/kg/min)	Na (mEq/l)	K (mEq/l)	UUN (mg/dl)	Cr (mg/dl)	GFR (ml/kg/min)	Naex X 10 ⁻³ (mEq/kg/min)	Kex X 10 ⁻³ (mEq/kg/min)	UNex X 10 ⁻³ (mg/kg/min)	Crex X 10 ⁻³ (mg/kg/min)	FENa (%)	FEK (%)	FEUN (%)
① ~250 mOsm/l	I	69.6 ± 58.0	28.5 ± 12.2	12.9 ± 11.5	124 ± 76	12.9 ± 6.3	1.52 ± 1.71	1.75 ± 1.41	0.70 ± 0.86	6.2 ± 6.4	0.81 ± 0.85	1.1 ± 0.5	14.7 ± 6.0	67.8 ± 53.8
	II	209.2 ± 105.1	84.7 ± 11.1	14.4 ± 5.4	65 ± 28	6.6 ± 7.2	1.62 ± 2.20	17.70 ± 9.00	3.15 ± 2.61	13.5 ± 9.8	1.39 ± 1.98	13.1 ± 7.7	58.7 ± 18.5	105.7 ± 29.6
② 250-300 mOsm/l	I	15.4 ± 0.3	43.4 ± 27.8	36.3 ± 3.8	323 ± 6	53.4 ± 38.2	0.83 ± 0.60	0.68 ± 0.40	0.55 ± 0.06	5.0 ± 0.2	0.85 ± 0.64	1.0 ± 1.1	19.3 ± 10.0	64.9 ± 63.0
	II	235.3 ± 132.6	101.9 ± 15.6	14.5 ± 7.0	45 ± 21	3.8 ± 2.6	0.74 ± 0.42	24.92 ± 17.39	3.04 ± 1.61	9.3 ± 4.9	0.79 ± 0.47	30.5 ± 20.9	110.9 ± 40.7	104.3 ± 34.1
③ 300-350 mOsm/l	I	74.8 ± 81.6	63.9 ± 33.8	30.5 ± 13.2	365 ± 177	29.7 ± 12.8	3.21 ± 2.72	6.57 ± 10.46	1.55 ± 1.20	17.6 ± 11.3	1.36 ± 1.04	1.5 ± 2.0	16.3 ± 8.0	42.5 ± 22.8
	II	189.1 ± 159.1	95.5 ± 21.1	18.8 ± 9.1	80 ± 94	8.1 ± 9.9	0.99 ± 0.97	19.03 ± 17.49	2.85 ± 2.04	10.0 ± 9.1	0.81 ± 0.50	16.6 ± 13.8	78.9 ± 35.6	95.7 ± 53.6
④ 350-400 mOsm/l	I	62.1 ± 72.3	60.4 ± 34.8	25.0 ± 5.5	491 ± 178	65.8 ± 42.4	3.20 ± 4.20	5.47 ± 8.62	1.50 ± 1.70	21.5 ± 21.8	3.49 ± 5.48	1.2 ± 1.5	16.4 ± 12.5	67.3 ± 11.5
	II	83.6 ± 74.2	81.4 ± 27.4	37.2 ± 14.9	193 ± 104	22.6 ± 23.9	1.39 ± 1.44	6.83 ± 7.21	2.67 ± 2.07	12.7 ± 11.4	1.06 ± 0.83	4.7 ± 4.0	58.5 ± 36.7	94.8 ± 75.9
⑤ 400-450 mOsm/l	I	16.9 ± 3.4	62.3 ± 32.6	62.4 ± 35.8	590 ± 206	76.2 ± 62.2	1.52 ± 0.78	1.12 ± 0.81	0.98 ± 0.47	9.5 ± 2.8	1.23 ± 1.00	0.8 ± 1.0	19.1 ± 9.9	52.8 ± 12.7
	II	66.1 ± 45.2	73.7 ± 32.0	56.1 ± 23.3	258 ± 128	31.0 ± 36.3	1.47 ± 1.06	5.47 ± 4.68	3.38 ± 2.53	13.2 ± 7.5	1.17 ± 0.93	3.6 ± 3.6	63.9 ± 39.5	98.0 ± 85.1
⑥ 450-500 mOsm/l	I	24.5 ± 25.4	80.3 ± 54.9	48.2 ± 8.1	381 ± 467	125.0 ± 92.0	1.75 ± 1.12	2.66 ± 3.38	1.29 ± 1.42	3.4 ± 1.8	1.89 ± 0.92	0.8 ± 0.9	15.5 ± 11.5	24.1 ± 23.3
	II	48.4 ± 57.3	67.7 ± 34.9	84.4 ± 18.4	352 ± 123	57.9 ± 56.0	1.84 ± 1.75	3.53 ± 4.07	4.20 ± 5.11	16.7 ± 20.3	1.37 ± 0.77	1.4 ± 1.3	56.9 ± 41.5	61.7 ± 22.3
⑦ 500-550 mOsm/l	I	8.2 ± 4.4	59.9 ± 24.7	74.2 ± 40.9	819 ± 160	166.3 ± 91.6	1.30 ± 1.12	0.54 ± 0.47	0.63 ± 0.59	6.6 ± 3.9	1.24 ± 1.01	0.4 ± 0.3	10.6 ± 4.7	43.8 ± 12.6
	II	26.3 ± 18.2	60.9 ± 27.4	96.5 ± 25.8	403 ± 175	75.9 ± 62.9	1.44 ± 0.80	1.83 ± 1.74	2.37 ± 1.62	9.1 ± 5.8	1.37 ± 0.87	1.1 ± 1.1	43.8 ± 29.5	64.4 ± 39.4
⑧ 550-600 mOsm/l	I	143.0 ± 81.0	96.3 ± 67.5	51.1 ± 52.1	705 ± 123	46.7 ± 14.6	13.98 ± 5.90	11.05 ± 1.88	9.40 ± 11.60	105.8 ± 74.4	6.08 ± 1.67	0.7 ± 0.3	13.3 ± 13.9	63.7 ± 4.9
	II	29.9 ± 12.9	89.1 ± 22.0	114.9 ± 22.3	444 ± 124	72.6 ± 42.1	2.09 ± 1.03	2.80 ± 1.66	3.44 ± 1.70	13.4 ± 7.1	1.95 ± 1.12	1.0 ± 0.4	40.9 ± 12.6	58.4 ± 23.6
⑨ 600-650 mOsm/l	I	7.17 ± 5.31	136.5 ± 25.5	42.6 ± 9.4	629 ± 29	118.0 ± 40.5	2.50 ± 2.12	2.65 ± 2.96	0.85 ± 0.99	11.7 ± 10.8	2.00 ± 1.41	1.0 ± 0.5	11.5 ± 5.5	44.7 ± 20.4
	II	24.6 ± 17.0	96.6 ± 41.1	109.0 ± 44.7	414 ± 95	70.2 ± 32.3	1.92 ± 0.10	2.80 ± 3.00	2.53 ± 1.58	9.6 ± 5.3	1.52 ± 0.82	0.9 ± 0.5	30.6 ± 12.0	48.0 ± 27.9
⑩ 650- mOsm/l	I	5.9 ± 5.7	132.0 ± 29.7	73.2 ± 28.3	969 ± 469	223.2 ± 92.7	1.23 ± 1.66	0.67 ± 0.51	0.50 ± 0.63	5.4 ± 5.4	1.29 ± 1.80	0.5 ± 0.2	9.8 ± 2.8	32.3 ± 9.5
	II	18.4 ± 8.2	104.0 ± 63.6	128.8 ± 45.8	808 ± 318	76.9 ± 35.3	1.08 ± 6.64	2.02 ± 1.62	2.30 ± 1.30	14.9 ± 9.1	1.36 ± 0.91	0.6 ± 0.4	27.1 ± 10.4	58.7 ± 28.1

表2 尿浸透圧と尿量, 尿中Na, K, UN, Cr濃度, GFR, Naex, Kex, UNex, Crex, FENa, FEK, 及びFEUN (mean±SD)との関係, 体外循環移行前 (I期)と移行後 (II期)の比較.

* p<0.05, ** p<0.01; I期に対する有意差

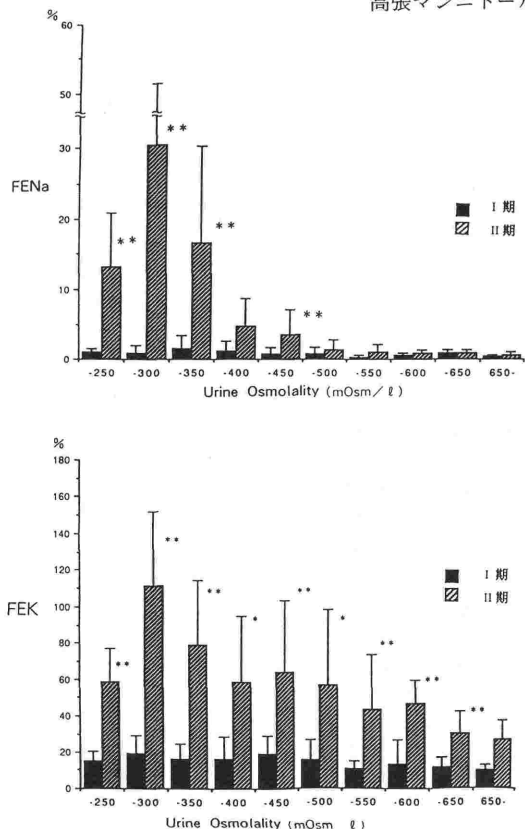


図2 尿浸透圧とFENa・FEKの関係，体外循環移行前（Ⅰ期）と移行後（Ⅱ期）の比較。
* p<0.05, ** p<0.01；Ⅰ期に対する有意差

では①，②，③，⑤のグレードにおいて，Ⅰ期に比べ有意な増加 (p<0.01) を認めた。特に尿浸透圧 250~300 mOsm/l の範囲においてⅠ期の30倍もの排泄率を示した。Ⅰ期におけるFEKは平均10~19%であり，やはり各浸透圧間に有意差はなかった。しかし⑩を除く全てのグレードにおいて，Ⅱ期のFEKはⅠ期に比べて有意に (p<0.05) 高かった。特に尿浸透圧 400 mOsm/l 以下の等張尿群で，移行後の平均値は59~111%と著明に増加した。

考 察

体外循環移行後，血清浸透圧は上昇した。これは血中マンニトール濃度を反映する。

尿浸透圧は体外循環前の値に関わらず移行後は血清浸透圧値に近づき，ほぼ等張の尿が排泄された。そして体外循環後は，ゆっくりと上昇した。すなわちマンニトール付加体外循環時に排泄される尿の第一の特徴は等張尿である。西村らの報告

でも体外循環前の尿浸透圧は平均 546±194.6 mOsm/l であったが，移行後60分で 362±44.6 mOsm/l であり血清浸透圧値に近づいたという¹⁾。同報告では体外循環中の血中マンニトール濃度は体外循環後徐々に低下し，また尿浸透圧は血中マンニトール濃度の減少と共に徐々に増加したという。

尿量は，体外循環移行後ほぼ等張の尿が排泄されている間は著明に増加した。

体外循環時の尿中の電解質及び溶質の濃度は，それ以外の場合に比べてはるかに血清値に近くなった。一見同じ浸透圧の尿が排泄されているようでも，体外循環前はNa濃度が低くK, UUN, Cr濃度が高い尿が，そして体外循環時にはNa濃度は高くその他の成分濃度の低い尿が排泄される。体外循環時の尿にはマンニトールが多量に含まれていることを考えると，体外循環時の尿浸透圧は専らナトリウム及びマンニトールによって作り出されていると言える。

体外循環中は一般にGFRの低下がみられる¹⁾。今回の研究では体外循環前と後で明らかなGFRの変化は認めなかった。これは，全症例のデータを年齢，術前の腎機能，体外循環中の条件などを考慮しない分類法に従って分類したためと思われる。

マンニトール付加体外循環時には，GFRの低下にも関わらず利尿が得られる²⁾が，これは尿細管機能の低下により水及び電解質の再吸収不全がおこるためであろう。浸透圧利尿時には浸透圧活性物質の存在により水の再吸収が阻害される。また，水の再吸収が阻害される結果，尿細管間腔内のNa濃度が低下しNaの能動輸送，受動輸送の両者が阻害される。さらにプロスタグランジンE1を介した腎髄質血流量増加により髄質の浸透圧勾配が低下し，濃縮力障害がおこる⁴⁾。体外循環中の低体温も尿細管の電解質輸送に大きな影響を及ぼすと考えられる。体温を25°Cまで低下させると近位尿細管でのナトリウムの能動輸送は殆ど無くなるという⁵⁾。

マンニトール付加体外循環時には尿の電解質組成は血漿とほぼ等しくなったが，これは糸球体で濾過された原尿が殆ど変化を受けずに尿となり排泄されることを裏付けている。

ナトリウム，及びカリウムの排泄率も，体外循

環中はナトリウムで約10~30倍, カリウムで約4~5倍の増加がみられた. 特に体外循環時, 等張尿が排泄されている場合のカリウム排泄率はほぼ100%となっており, これは糸球体で濾過されたカリウムは全量尿中排泄されることを示す. 単位時間当りのカリウム排泄量を見ても体外循環移行前の2~3倍となっており, 体外循環時には尿中へのカリウム喪失による低カリウム血症が多いことを裏付けている. 浸透圧利尿の効果は術後かなり長時間持続するため¹⁾, 術後も引き続き比較的多量のカリウムを投与する必要があると考える.

今回の研究ではマンニトールの血中及び尿中の濃度が測定されていないため, 体外循環時の電解質排泄量に低体温及びマンニトールがそれぞれの程度関与するのか明らかにすることができなかった. Kleinman ら⁶⁾によると浸透圧利尿時, 血中マンニトール濃度とナトリウム排泄率との間には比例関係があるという.

高張マンニトール付加体外循環時の尿は原尿が殆ど再会吸収を受けずに排泄されたものである.

従ってその量はある程度 GFR を反映しており, これを体外循環下の腎血流量の指標とすることが可能である.

文 献

- 1) Nishimura, O., Tokutsu, S., Sakurai, T. et al.: Effects of hypertonic mannitol on renal function in open heart surgery. *Jpn. Heart J.*, 24:245-257, 1983.
- 2) 得津修一, 桜井武雄, 西村 治, 他: 高張マンニトール付加体外循環時の腎機能に関する研究. *日胸外会誌* 28:978-989, 1980.
- 3) Breckenridge, I. M., Deverall, P. B., Kirklin, J. W. et al.: Potassium intake and balance after open intracardiac operations. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 73:305, 1972.
- 4) 北岡建樹: 浸透圧利尿薬, 遠藤武雄編: 体液, 日本臨床1987年夏季増刊, 日本臨床社, 大阪, 1987年, p. 1200-1211.
- 5) Hladky, S. B. & Rink, T. J.: *Body fluid and kidney physiology*. Edward Arnold, London, 1986, p. 58-77.
- 6) Kleinman, L. I. & Disney, T. A.: Renal osmotic effect of mannitol in the neonatal and adult dog. *Am. J. Physiol.* 247:F396-402, 1984.

The effect of cardiopulmonary bypass with hyperosmotic mannitol on renal function and urinary electrolytes excretion

Miho Nakagawa, Yoshifumi Tanaka, Hiroyuki Takizawa
Takashi Natsuyama, Ei-ichi Chihara, Takashi Kinoshita
Takashi Hirata and Masao Miyazaki

Division of Anesthesia, Shakai-Hoken Kobe Central
Hospital and Department of Anesthesiology,
Kyoto Prefectural University of Medicine

The effect of cardiopulmonary bypass (CPB) with hyperosmotic mannitol on renal function and urinary electrolyte excretion was studied in 17 patients scheduled for open heart surgery. After the induction of anesthesia, plasma osmolality, urine volume, urine osmolality, plasma and urine concentrations of sodium, potassium, urea nitrogen and creatinine were measured every 15 or 30 minutes. All data were divided into two groups, Stage 1 (before CPB) and Stage 2 (during and after CPB).

Urine volume increased during CPB, but there was no significant change of creatinine clearance. Urine osmolality approximated to the plasma osmolality regardless of the value before CPB. Concentrations of urine sodium, potassium, urea nitrogen and creatinine approximated to those of plasma. Excretion rates of

sodium and potassium increased, but no significant change was observed in the rates of urea nitrogen and creatinine excretions. The fractional excretions of filtered sodium and potassium in Stage 1 were 0.35 to 1.49% and 9.8 to 19.3% respectively. In Stage 2, These values were 5 to 30% and 59 to 111% respectively.

During CPB, almost iso-osmotic urine is excreted, and urinary electrolytes and solutes composition resembles that of plasma. Urine volume, urinary excretion rate of Na and K and fractional excretions of filtered Na and K are markedly increased. These results suggest that mannitol and hypothermia inhibit reabsorption of electrolytes and water, which cause marked diuresis.

Key words: mannitol; cardiopulmonary bypass; electrolytes excretion; renal function; fractional excretion of sodium