

老年者外科における糖質代謝の研究

金沢大学医学部第一外科学教室(主任 卜部美代志教授)

生 垣 茂

(昭和41年7月30日受付)

外科侵襲後にとめられる生体反応が加齢によつてどのような影響をうけるかという問題は近年ますます増加している老年者外科遂行において極めて重要なことである。

われわれは手術侵襲後の副腎皮質反応、水電解質代謝、呼吸循環機能、糖質・蛋白質・脂質代謝について老年者外科における特異性を多年にわたつて検索している¹⁾²⁾³⁾。糖質代謝については糖尿病との関連においては多くの研究がみられるが、糖尿病を有しない一般の老年者の糖質代謝と外科侵襲を論じたものはみられない。著者は肝を中心として広く糖質代謝の手術侵襲による影響を検索し、さらに、従来、目を向けられることの少なかつた老年者の赤血球代謝の一面を明らかにせんとした。

検 索 対 象

金沢大学医学部第一外科学教室において最近胃手術をうけた約400例の患者のうちより60歳以上の老年者18例、45歳以下の若年者14例を選択して検索対象とした。老年者18例中15例は胃癌患者であり、このうち5例には胃全剝術が施行されている。また、若年者14例中9例が胃癌患者であり4例に胃全剝術が施行されている。これらの対象例はすべて術前における検査で、心肺機能、肝腎機能に異常なく、手術時間が3時間を超えず、出血量も少なく、術後の全身状態、経過が良好であつた例である。また、虫垂切除後状態、乳腺症など5例を健常例として比較検索に供した。

検 索 方 法

1) 乳 酸

Hydroxybiphenyl 法に基づき、齋藤⁴⁾の方法によつて測定した。

2) 焦性ブドウ酸

dinitrophenyl hydrazine 法に基づき、齋藤⁴⁾の

方法によつて測定した。

3) 乳酸脱水素酵素 (LDH)

Hill 法に準じた LDH 測定用キットを用い、Coleman 比色計により測定した。

4) α -ketoglutar 酸

Friedman-Haugen 氏法の清水氏⁵⁾変法によつて測定した。

5) GOT および GPT

Reitman-Frankel 法に準じた ES-GOT キットを用い、Coleman 比色計により測定した。

6) 肝組織呼吸

手術の際、開腹直後および閉腹直前に 0.3~0.5 g の肝切片を採取し、直ちに Warburg 検圧計により酸素消費量を測定した。

7) 肝コハク酸脱水素酵素

検体に KCN または NaCN を加えることによつて cytochrom 系の酸素消費を阻害しこれに methylene 青を加えて自酸化する際の酸素消費を manometer で測定してこの酵素活性を求め得る。著者は Slater⁶⁾ および Potter⁷⁾ の方法に準じた鈴木⁸⁾ の方法によつて測定した。

8) 五炭糖磷酸回路活性

赤血球に methylene 青を加えると酸素消費がおこるが、Brin & Yonemoto⁹⁾ によりこの酸素消費量が五炭糖磷酸回路によることが明らかになつている。すなわち、検圧的に酸素消費量を求めてこの回路の活性を測定し得る。著者は金井・松尾¹⁰⁾ の方法によつて赤血球五炭糖磷酸回路活性を測定した。

9) glucose-6-phosphate dehydrogenase (G-6-PDH)

Kornberg & Horecker の方法に準じた Boehring 社発売による G-6-PDH test により Beckmann 比色計を用いて測定した。

Influences of Aging on the Changes in Glucose Metabolism Induced by Surgical Stress. Shigeru Ikegaki, Department of Surgery (Director: Prof. M. Urabe), School of Medicine, Kanazawa University.

検 索 結 果

1) 血中乳酸 (表 1・4)

健常例 5 例の血中乳酸平均値は 12.5 mg/dl である。

老年者 18 例の手術前乳酸値平均は 14 mg/dl であり、若年者 13 例の平均値 13 mg/dl と変らない。術後 7 日に測定した値は老年者 21 mg/dl, 若年者 18.5 mg/dl であつて上昇しているが、加齢による著しい影響はみとめられない。

2) 血中焦性ブドウ酸 (表 1・4)

健常例 5 例の血中焦性ブドウ酸の平均値は 0.89 mg/dl である。

老年者 18 例の血中焦性ブドウ酸値の術前平均は 0.93 mg/dl であり、若年者のそれは 0.89 mg/dl であつていずれも正常値である。術後 7 日目の測定値では、老年者 1.08 mg/dl, 若年者 0.98 mg/dl であつて、乳酸と同じく老年者の値が若年者のそれに比較して僅かに高い値を示すが著明なものではない。

3) 乳酸脱水素酵素 (表 2・5)

焦性ブドウ酸と乳酸の間にある乳酸脱水素酵素はその血清中の値が肝障害、心疾患の場合変動する。健常者 5 例の血清乳酸脱水素酵素の平均値は 329 単位である。

老年者 18 例の術前血清乳酸脱水素酵素平均値は 420 単位であり、健常例のそれに比してやや高く、また、術後 5 日目に測定した値は 435 単位であつて術前より僅かに上昇しているが、いずれも正常範囲内にあり、手術侵襲による老若間の差は示されない。

上述の血中乳酸、焦性ブドウ酸の値は老年者、若年者とも、疾患別、あるいは、手術方法による差異を示さない。血清乳酸脱水素酵素は胃癌において高い値を示し、多くの例において 500 単位以上を示すが、胃全剝、胃切除の間の差、または、手術時間の長短による差異は全くみられない。

4) 血中 α -ketoglutar 酸 (表 1・4)

健常者 5 例の血中 α -ketoglutar 酸の平均値は 0.21 mg/dl である。

老年者 18 例の血中 α -ketoglutar 酸の術前平均値は 0.23 mg/dl であり、術後 1 週間の値は 0.26 mg/dl である。若年者の術前値は 0.21 mg/dl, 術後の値は 0.23 mg/dl であつて、老年者、若年者ともに術後僅かに上昇はしているが正常範囲内にあり、その変動は著しくない。

5) 血清 GOT, GPT (表 2・5)

健常者 5 例の血清 GOT は 13 単位, GPT は 12 単位である。

血清 GOT, GPT は手術侵襲に対して極めて敏感に反応する。すなわち、老年者においては術前の GOT 14.5 単位, GPT 13.4 単位であり、若年者においては術前の GOT 16.4 単位, GPT 16.1 単位であるが、手術後 1 週間の測定では老年者の GOT が 31.2 単位, GPT 31.0 単位と上昇し、また、若年者の GOT, GPT もそれぞれ 32.6 単位, 30.6 単位と上昇している。しかし、この変化には老年者、若年者間の差異をみとめることができない。疾患別、手術時間などによる差異もみとめられない。

6) 肝組織呼吸 (表 2・5)

手術に際して開腹直後および開腹直前に肝切片を採取し、手術侵襲による肝組織呼吸の変動を検索した。

老年者 10 例の肝組織の酸素消費は 52.2 μ l/mg/hr であり、約 2 時間の手術終了直前のそれは 51.4 μ l/mg/hr である。一方、若年者では手術開始直後 65.5 μ l/mg/hr, 手術終了直前 65.0 μ l/mg/hr であり老年者に比し酸素消費量はやや多い。しかし、老年者、若年者とも手術侵襲によつて肝組織呼吸量はほとんど変化しない。

この組織呼吸測定には Warburg 検圧計を用いたが、その際、基質に TCA-cycle の中間物質たるクエン酸、 α -ketoglutar 酸、コハク酸、fumar 酸、リンゴ酸を加えて酸素消費の変化について検討したが、コハク酸を加えた場合のみ酸素消費量の僅かの増加をみた。

7) コハク酸脱水素酵素活性 (表 2・5)

コハク酸および fumar 酸に関係するコハク酸脱水素酵素活性を同じく手術前後に採取した肝切片により検圧的に測定した。

老年者 11 例の肝コハク酸脱水素酵素活性は平均 27 単位であり若年者が 38 単位であつて老若の間にかんりの差異がみられる。手術侵襲によつてこの酵素活性は低下し、若年者では手術終了時なお 33 単位を示しているが老年者では手術開始時のほぼ 1/2 にあたる 13 単位でありことに 70 歳以上の高齢者において低下の程度が著しい。

8) 赤血球五炭糖磷酸回路活性 (表 3・6)

正常例 5 例の赤血球五炭糖磷酸回路活性値は平均 0.320 (0.290~0.350) 単位である。

老年者 18 例の術前赤血球五炭糖磷酸回路活性値は平均 0.256 単位であつて正常値よりも低い。個々の例についてみると 0.350 単位, 0.385 単位の如く正常値以上のものもみられるが、大部分は 0.250 単位前後を示している。手術後 40 日前後で測定した老年者の値は 18 例の平均値において 0.250 単位でありさらに低下して

表1 術前・術後の血中乳酸・焦性ブドウ酸・ α -ketoglutar 酸 mg/dl (老年者)

No. 症 例	性 年 齢	病 名	手 術	血 中 乳 酸		血中焦性ブドウ酸		血 中 α -ketoglutar酸	
				術 前	術 後	術 前	術 後	術 前	術 後
1 川 ○	65 ♂	胃 癌	胃全剔	14	18	0.92	0.98	0.24	0.28
2 飛 ○	62 ♂	噴 門 癌	胃全剔	12	16	0.98	1.22	0.32	0.34
3 木 ○	62 ♂	胃 癌	胃全剔	12	18	0.87	0.98	0.32	0.32
4 近 ○	72 ♀	胃 癌	胃全剔	10	28	1.08	1.48	0.18	0.28
5 吉 ○	62 ♂	胃 癌	胃全剔	8	32	1.04	1.20	0.20	0.24
6 杉 ○	70 ♂	胃 癌	胃切除	14	18	0.87	1.24	0.20	0.24
7 長 ○	65 ♂	胃 癌	胃切除	12	28	0.84	1.26	0.16	0.24
8 花 ○	67 ♀	噴 門 癌	噴門切除	18	20	0.87	0.92	0.20	0.24
9 山 ○	65 ♂	胃 癌	胃切除	20	20	0.92	0.96	0.18	0.22
10 中○内	71 ♂	胃 癌	胃切除	16	21	1.01	1.24	0.32	0.24
11 三 ○	72 ♂	胃 癌	胃切除	9	14	0.86	0.98	0.28	0.34
12 長 ○	63 ♀	胃 癌	胃切除	18	20	0.98	1.24	0.22	0.32
13 大 ○	68 ♀	胃 癌	胃切除	16	16	0.87	0.87	0.28	0.24
14 近 ○	71 ♂	胃 癌	胃切除	14	16	0.92	1.01	0.22	0.32
15 金 ○	72 ♂	胃 癌	胃切除	18	20	0.93	1.02	0.18	0.24
16 崎 ○	71 ♂	胃 潰瘍	胃切除	18	20	1.01	1.02	0.18	0.20
17 春 ○	68 ♀	慢性胃炎	胃切除	16	20	0.86	0.92	0.28	0.20
18 堀 ○	69 ♂	慢性胃炎	胃切除	14	30	0.92	0.96	0.24	0.28
平 均				14	21	0.93	1.08	0.23	0.26

表2 術前・術後の血清 LDH・GOT・GPT, 肝組織呼吸・肝 SDH 活注 (老年者)

No. 症 例	性 年 齢	血清 LDH		血清 GOT		血清 GPT		肝組織呼吸		肝 SDH	
		術 前	術 後	術 前	術 後	術 前	術 後	術 前	術 後	術 前	術 後
1 川 ○	65 ♂	535	550					48.0	49.0	32	18
2 飛 ○	62 ♂	604	612	18	42	16	40	78.2	79.0	24	12
3 木 ○	62 ♂	534	542	14	32	12	30				
4 近 ○	72 ♀	714	704					54.3	41.0	28	14
5 吉 ○	62 ♂	784	780					59.3	51.0	26	8
6 杉 ○	70 ♂	514	524	10	14	8	16	48.0	49.0	25	7
7 長 ○	65 ♂	520	534	12	28	10	24	28.7	21.0	28	15
8 花 ○	67 ♂	628	640								
9 山 ○	65 ♂	238	240	14	42	12	40	51.4	56.0	32	30
10 中○内	71 ♂	350	378	16	38	14	40	28.0	21.3	36	15
11 三 ○	72 ♂	324	360								
12 長 ○	63 ♀	285	304	8	28	10	30	78.0	92.4	20	6
13 大 ○	68 ♀	206	238					39.0	38.4	25	6
14 近 ○	71 ♂	534	520	12	36	14	34				
15 金 ○	72 ♂	350	355	21	28	20	30	6.23	68.0	24	12
16 崎 ○	71 ♂	140	184	20	24	18	26				
17 春 ○	68 ♂	120	184								
18 堀 ○	69 ♂	180	192								
平 均		420	435	14.5	31.2	13.0	31.0	52.2	51.4	27	13

いる。これらの値は術後1～2週間には増減不定の変動を示すが、術後30日頃より変化が一定してくる。また、胃全剝例では術後40日以後において低下の程度が著しくなる。

若年者10例の術前赤血球五炭糖磷酸回路活性は0.310単位であり正常値の範囲内にある。術後40日以降に測定した平均値は0.317単位であつて術前値よりも僅かではあるが上昇している。老年者の場合と同じく、術後1～2週間では上昇または低下を示すが術後40日以降では変化が一定してくる。若年者10例の平均値でみると術後上昇するが、このうち胃全剝例の3例においては一様に低下を示している。このことはこの回路活性値が無胃生体と密接な関係にあることを示している。

9) 赤血球 glucose-6-phosphate dehydrogenase (G-6-PDH) (表3・6)

五炭糖磷酸回路中の酵素である G-6-PDH 活性も同時に測定された。正常例5例の G-6-PDH 活性の平均値は121.4単位である。

老年者13例の術前赤血球 G-6-PDH 活性の平均値は94.0単位であり正常値よりもかなり低い。術後40日前後で測定された赤血球 G-6-PDH 活性平均値は93.0単位であつて術前値とほとんど変わらないが正常値よりも低い。この術後の値も回路活性値と同じく胃全剝例では大部分の例において低下を示すが、胃切除例では増加を示す場合があり全体として術前値と著しい差をみとめない。

若年者10例の術前 G-6-PDH 活性平均値は112.7単位であり正常値に近い。術後40日前後の測定では102.1単位であり低下する。回路活性値と同じく胃全

表3 術前・術後の赤血球五炭糖磷酸回路活性・G-6-PDH (老年者)

No.症例	性 年齢	赤血球・五炭糖 磷酸回路活性		赤血球 G-6-PDH	
		術前	術後	術前	術後
1川	○ 65 ♂		0.225		124.5
2飛	○ 62 ♂	0.295	0.280	74.2	61.2
3木	○ 62 ♂	0.105	0.090	98.5	45.0
4近	○ 72 ♀	0.252	0.060	91.5	43.5
5吉	○ 62 ♂	0.285	0.385	120.5	104.6
6杉	○ 70 ♂	0.385	0.224	42.4	43.3
7長	○ 65 ♂	0.250	0.225	98.5	82.5
8花	○ 67 ♀	0.300	0.300	114.0	108.5
9山	○ 65 ♂	0.238	0.240	120.0	118.8
10中	○内 71 ♂	0.175	0.170	97.5	98.0
11三	○ 72 ♂	0.300	0.305	115.0	108.0
12長	○ 63 ♀	0.232	0.185	87.2	85.6
13大	○ 68 ♀	0.350	0.326	75.0	97.0
14近	○ 71 ♂	0.285	0.270	68.0	75.5
15金	○ 72 ♂	0.260	0.235		
16崎	○ 71 ♂	0.295	0.215		
17春	○ 68 ♀	0.310	0.315		
18堀	○ 69 ♀	0.185	0.205		
平均		0.265	0.250	94.0	93.0

表4 術前・術後の血中乳酸・焦性ブドウ酸・α-ketoglutar 酸 mg/dl (若年者)

No.症例	性 年齢	病名	手術	血中乳酸		血中焦性ブドウ酸		血中 α-ketoglutar 酸	
				術前	術後	術前	術後	術前	術後
1田	○ 37 ♂	胃癌	胃全剝	13	18	0.90	0.90	0.24	0.25
2藤	○ 40 ♂	胃癌	胃全剝	16	18	0.86	0.86	0.22	0.23
3背	○ 38 ♂	胃癌	胃全剝	9	10	0.84	0.88	0.22	0.25
4七	○ 40 ♀	胃癌	胃全剝	14	20	0.98	1.06	0.20	0.24
5新	○ 38 ♀	胃癌	胃切除	16	20	0.90	1.04	0.24	0.24
6山	○ 43 ♂	胃癌	胃切除	13	18	0.88	0.92	0.23	0.23
7村	○ 45 ♀	胃癌	胃切除	11	18	0.92	1.04	0.19	0.22
8太	○ 42 ♂	胃癌	胃切除	15	20	0.87	0.98	0.21	0.23
9河	○ 43 ♀	胃癌	胃切除	11	20	0.89	0.98	0.22	0.25
10浅	○ 29 ♂	胃潰瘍	胃切除	11	18	0.88	1.18	0.22	0.23
11灰	○ 43 ♂	慢性胃炎	胃切除	10	18	0.84	1.08	0.18	0.20
12片	○ 44 ♀	胃潰瘍	胃切除	12	22	0.92	1.04	0.20	0.20
13富	○ 28 ♂	胃潰瘍	胃切除	14	20	0.94	0.98	0.18	0.24
14小	○ 29 ♂	胃潰瘍	胃切除	14	20	0.86	0.86	0.26	0.28
平均				12.8	18.5	0.89	0.98	0.21	0.23

表5 術前・術後の血清 LDH・GOT・GPT, 肝組織呼吸・肝 SDH 活性 (若年者)

No.	症例	性 年齢	血清 LDH		血清 GOT		血清 GPT		肝組織呼吸		肝 SDH	
			術前	術後	術前	術後	術前	術後	術前	術後	術前	術後
1	田 ○	37 ♂	375	520	18	26	16	26	52.3	51.2	38	30
2	藤 ○	40 ♂	404	430	18	32	16	28	48.7	50.6	28	20
3	背 ○	38 ♂	365	514	16	24	14	20	90.3	87.4	26	28
4	七 ○	40 ♀	265	280	12	20	10	18	65.0	68.0	58	28
5	新 ○	38 ♀	270	285	18	24	16	24	90.0	87.0	29	28
6	山 ○	43 ♂	330	320	18	18	16	16	89.0	89.3	48	50
7	村 ○	45 ♀	345	385	10	14	8	12	49.3	51.0	38	38
8	太 ○	42 ♂	328	390	16	16	16	16	63.0	61.4	51	48
9	河 ○	43 ♀	298	290	20	16	18	18	62.0	61.4	27	26
10	浅 ○	29 ♂	495	510	24	30	22	28	47.2	43.0	36	38
11	灰 ○	43 ♂	380	425	18	30	16	28				
12	片 ○	44 ♀	280	320	24	28	22	26				
13	富 ○	28 ♂	255	285	18	22	16	20				
14	小 ○	29 ♂	140	210	20	28	20	26				
平均			323	369	16.4	23.2	16.1	21.8	65.6	65.0	37.9	33.4

表6 術前・術後の赤血球五炭糖磷酸回路活性・G-6-PDH (若年者)

No. 症例	性 年齢	赤血球・五炭糖 磷酸回路活性		赤血球 G-6-PDH		
		術前	術後	術前	術後	
1	田 ○	37 ♂	0.346	0.243	89.0	90.2
2	藤 ○	40 ♂	0.400	0.397	72.3	70.1
3	背 ○	38 ♂	0.214	0.400	120.0	121.0
4	七 ○	40 ♀	0.250	0.243	110.0	118.0
5	新 ○	38 ♀	0.332	0.336	96.2	95.5
6	山 ○	43 ♂	0.290	0.280	87.0	85.0
7	村 ○	45 ♀	0.300	0.120	98.0	98.0
8	太 ○	42 ♂	0.350	0.480	123.0	130.0
9	河 ○	43 ♀	0.330	0.380	114.0	112.0
10	浅 ○	29 ♂	0.290	0.300	100.4	112.0
平均			310.0	0.317	112.7	102.1

別後に著しく低下する。

考 察

外科的侵襲が生体に加わると副腎髄質 hormone すなわち epinephylin の分泌が亢進し肝糖原の分解が急激に促進し血糖値は上昇する。一方、外科的侵襲に対してきわめて重要な作用をなす副腎皮質 hormone の分泌により肝蛋白質よりの glucogenesis 糖転換の促進, transaminase, とくに GPT の活性化が增強されて amino 酸よりの糖酸生が促進される。この副腎皮質 hormone の分泌について山城¹¹⁾は述べてい

るが、老年者の場合手術侵襲に対しての反応が低く緩慢であり、また、老年者においては術中血中に増強した副腎皮質 hormone の処理能力が低下しているとしている。しかも、老年者においては糖質代謝の中心となる肝実質細胞が萎縮を示すことが明らかであるので、手術侵襲は糖質代謝に対して若年者の場合と異なつた影響を与えるものである。ただ、これを明らかにするには全面的で、かつ、詳細な糖質代謝についての観察が必要である。

焦性ブドウ酸と乳酸とは解糖系と TCA-cycle を結びつける中間物質として、また、解糖系の終末産物として重要な位置を占める。これらの物質は手術侵襲により多少の変動を示すが、その変動は老年者、若年者間に差を示さない。このことは TCA-cycle の中間物質たる α -ketoglutar 酸についても同様であつて、術前術後の間の値にはほとんど加齢による影響がみとめられなかつた。

腫瘍性疾患、あるいは、肝炎の場合肝実質細胞の障碍の程度にきわめて敏感に反応する酵素である血清 LDH, および血清 GOT, GPT は手術侵襲によつても大きく変動するが、老年者、若年者間には全く差異をみとめなかつた。血清酵素は細胞内酵素に由来するので細胞の膜透過性、分解、排泄など種々の代謝異常を反映するものであるが、福井¹²⁾は老年者の場合腎の排泄機能に関連する酵素のみが変化を示し、LDH, GPT などでは変化しないと述べ、著者の検索結果と一致する見解をとつている。

しかし老年者においては肝細胞が飢餓性萎縮とは異なつた実質細胞の減数による老性萎縮を示すことは明らかであり、この老個体細胞の *mitochondria* およびこれに密接な関連を有する TCA-cycle 系の酵素活性に加齢の影響がみられるであろうことは想像に難くない。著者は手術侵襲前後の肝細胞組織呼吸を測定し老年者、若年者間に著明な差をみいだし得なかつたが、肝コハク酸脱水素酵素活性は年齢による活性値の差を示し、この活性値が手術侵襲によつて加齢の進むに従つて低下することを知つた。田中¹³⁾は組織化学的にこの酵素活性を観察しこれが老年者では不規則であると述べているが、著者の成績はこれとほぼ同様の傾向を示している。

また、著者は赤血球の五炭糖磷酸回路活性を測定し、老年者、若年者間に差異のあることをみとめた。赤血球の代謝と肝組織代謝、血清酵素活性の変動とを同列に論ずることはできない。しかし、生体の老化を論ずる上に赤血球の老化の問題もまた重要なことであるのは勿論である。中尾¹⁴⁾は赤血球寿命がその ATP level によつて規定され、また、赤血球の五炭糖磷酸回路は正常時には回転しないと述べている¹⁵⁾。しかし、adenosineを加えると五炭糖磷酸回路活性が助長され、赤血球 energy 代謝が促進される事実から、この回路が赤血球 energy 代謝の予備的能力を有すると考えられる。著者の検索によるこの回路活性値の加齢による変動は赤血球本来の energy 産生の場である解糖系との balance の失調を意味すると考えられるのである。

結 論

金沢大学第一外科教室に入院した患者について手術侵襲を加えたときの生体反応、とくに、糖質代謝の変動を検索し、つぎの如き結果を得た。

1. 手術侵襲により血中乳酸、焦性ブドウ酸、 α -ketoglutar 酸の値は多少変動するが、その値の変動には加齢による影響がみとめられない。

2. 血清 LDH, GOT, GPT は手術侵襲により変動するが、その値の変動には加齢による影響はみられない。

3. 肝コハク酸脱水素酵素活性は老年者において低値をとり、手術侵襲によつて一層低下する。

4. 赤血球五炭糖磷酸回路活性およびこの回路に属する酵素である G-6-PDH 活性は無胃生体において低値をとるものであるが、老年者においても低値をとり、手術後の値も若年者に比し著しく低い。

稿を終るに臨み終始御懇篤なる御指導、御校閲を賜つた恩師ト部美代志教授に対し深甚なる謝意を表する。

文 献

- 1) ト部美代志・瀬川安雄・山城則亮・矢崎敏夫・角家 暁・生垣 茂・牧野 勉・渡辺憲市・渡辺洋宇：臨床外科，18，1001 (1963).
- 2) ト部美代志・山城則亮・矢崎敏夫・生垣 茂・渡辺憲市・牧野 勉・渡辺洋宇：外科治療，8，182 (1963).
- 3) ト部美代志・矢崎敏夫・生垣 茂・牧野 勉・金炳泰：外科治療，13，566 (1965).
- 4) 斎藤正行：光電比色計による臨床化学検査，166頁，東京，南山堂 (1954).
- 5) 清水 力：医学研究，24，564 (1954).
- 6) Slater, E. C.：Biochem. J., 109, 155 (1948).
- 7) Potter, V. R.：J. Biol. Chem., 137, 13 (1941).
- 8) 鈴木光雄：続ワールブルグ検圧計，化学の領域増刊，95頁，東京，南江堂，(1956).
- 9) Brin, M. & Yonemoto, R. H.：J. Biol. Chem. 230, 307 (1958).
- 10) 金井正光・松尾 豊：最新医学，15，322 (1960).
- 11) 山城則亮：十全医会誌，66，519 (1960).
- 12) 福井定光：日老医誌，2，146 (1965).
- 13) 田中 久：日老医誌，2，108 (1965).
- 14) 中尾 直：日老医誌，2，111 (1965).
- 15) 中尾 直：医学のあゆみ，28，303 (1959).

Abstract

The author studied the changes of vital response, particularly glucose metabolism, caused by surgical stress of the aged patients who were admitted to the First Surgical Clinic of Kanazawa University.

The results obtained were as follows:

1) As for the lactic acid, pyruvic acid and α -ketoglutar acid of blood after operation, no remarkable difference was observed between the aged and the younger.

2) The serum enzymes, such as GOT, and LDH were increased by operation, but no remarkable difference was observed between the aged and the younger.

3) The activity of the succinic acid dehydrogenase in the liver tissue of the aged decreased before operation and decreased much more intensively after operation.

4) The activity of the hexose-monophosphate shunt of the red blood cells of the aged was examined before and after the operation, and its decrease was recognized after operation. The simultaneously measured values of the glucose-6-phosphate dehydrogenase, the ferment of the shunt, decreased with the change of the activity of hexose-monophosphate shunt.