

## 運動による血中成長ホルモンの変化

久米和夫

共同研究者

東京医科大学内科 杉本民雄・壹岐洋子・所彰・伊能高明

スポーツの効用については今までにも繰返し宣伝されてきた。運動すると精神的な緊張から解放されるし、また体力づくりにはぜひとも運動が必要である……などである。さらに最近わが国にも流行し始めた栄養過多による肥満の是正に運動が必要であるともいわれている。この頃ではスポーツがレジャーブームと結びついて、毎日の新聞やテレビ、別荘地やゴルフ場の広告の中にまでその効用がうたわれている。

このようなコマーシャルリズムを別として、生理学あるいは医学的な観点からみて、運動が人体にどのような影響をおよぼすかを検討してゆこうという立場がある。すなわち運動生理学とかスポーツ医学と呼ばれているものである。すなわち、巷説いわれているようなスポーツの効能が果して生理学的な知見からみて納得出来るものであるか、よしんばこのような効能を証明することが出来たとして、このような効果はどのようなメカニズムによってもたらされたと説明してゆくかなどである。またどのような人にどのようなスポーツや運動をすすめるかといった実際的な問題もある。ガマのアブラのように運動必ずしも万能薬ではない。老人や病人にムチをあてて走らせたからとてその効用より危険性が多い場合さえある。こういった疑問を少しづつでも解決していこうというのがスポーツ医学の立場である。このような研究は近年次第に盛んになりつつあり、アメリカにおいても、

### 運動による血中成長ホルモンの変化

この6月には *Physician and Sports Medicine* という月刊誌が発行されるに至っている。

私共は運動が生体のホルモン分泌にどのような影響を与えるかについて多少の関心をもっていた。最近本学のサッカー部員について、運動による血中成長ホルモンの変動およびこれに関連した運動時の体内環境の変化を調査する機会を得たので、本誌上をかりてその成績を報告したい。

成長ホルモンは脳下垂体とよばれる脳底にある小指頭大、約0.5g前後のホルモン分泌臓器から、他の下垂体腺葉ホルモン（副腎皮質刺激ホルモン、甲状腺刺激ホルモン、性腺刺激ホルモンなど）と共に血中に分泌、放出されている。動物の下垂体を摘出するとこれ等いくつかのホルモン分泌の欠如によって種々の症状が出現するが同時に成長が停止する。この下垂体摘出動物に下垂体から抽出した成長ホルモンを毎日注射すると再び成長が始まることから、成長を促すホルモンとして成長ホルモンという名称が与えられている。この成長によって増加した動物の体の成分を分析した結果、このホルモンの作用は体のタンパクを増加させ、体脂肪を減少させることがわかっている。すなわち体タンパクの前駆物質であるアミノ酸を材料としてタンパクの合成を促し、これによって成長を促進させる作用がある。

分泌された成長ホルモンは血流を介して全身に運ばれ、血中または組織中のタンパク分解酵素によってその生物活性を失うが、この間体内各臓器や組織でタンパク合成を促す。このような事実は古くから知られていたのであるが、実際に血中に含まれている成長ホルモン濃度を正確に測定することが出来るようになったのはこの数年来のことで、それ迄は測定に多量の血液を要し、かつ測定方法自体が不正確なものであった。1963年にラジオイムノアッセイと呼ばれる免疫学とラジオアイソトープを利用する方法が開発され、タンパク系のホルモン測定に利用されるに至った。以来血中の成長ホルモンに関しても今日迄多数の情報が集積されつつある。

ただし、その濃度は低く血液1ml中に含まれる量はng単位（10億分の1g）

### 運動による血中成長ホルモンの変化

でかなり微量であり、このことが成長ホルモンの測定を困難にしていた理由の一つである。それ迄は血中成長ホルモンは新生児で高値を示すとか、巨人症、末端肥大症のように成長ホルモンを分泌する腫瘍が下垂体に発生した時に高値を示すと考えられていたが、成長の停止した成人の血中成長ホルモンについては殆んど情報はえられていなかった。しかし前述のラジオイムノアッセイを利用して、血中成長ホルモンを測定すると成人でも成長ホルモンが分泌されており、糖質を投与して血糖（血中ブドウ糖）を上昇させると成長ホルモン値が低下し、逆にインスリンという血糖降下物質を投与して血糖値が下ると成長ホルモン分泌が促されるほか、睡眠によって成長ホルモン分泌が変化するなどいくつかの成績が報告されるようになった。

運動による血中成長ホルモンの変動についてもエルゴメーターを用いたもの、その他が報告されている。今回の私共の成績は実際に平常行なわれているサッカー部員の練習を対象として、練習前摂食しないものと比較タンパク質の多い食物を摂取したときの二群について検討したものである。

### 対象と方法

対象は18歳乃至23歳の本学の男子学生である。表には個々の対象の年齢、身長、体重を示した。第1回は運動負荷のみとし(第1表)、第2回運動負荷前30分にトリ肉200g(タンパク21g、脂肪5g)を摂取させた後運動を開始した(第2表)。いずれの群もN.N., S.S., K.E.の3例を除いて体重は標準体重の±10%以内にある。

運動負荷はサッカー練習90分とした。

練習開始前、練習終了直後、終了後30分、終了後60分に肘静脈より採血した。

血糖は採血後、全血についてmicroferricyanide ferric iron法によって測定した<sup>1)</sup>。また血清を分離し一旦凍結保存した。成長ホルモン、インスリンは二抗体法を用いるラジオイムノアッセイで測定した。遊離脂肪酸は血清をItaya-Uiの方法で測定した<sup>2)</sup>。

運動による血中成長ホルモンの変化

対 象 (1)

表1 運動のみの群

No.	氏 名	年 令	身 長	体 重	標準体重
1	M. K.	20才	160 cm	53 kg	54.8 kg
2	M. T.	21	173	59	62.9
3	N. A.	18	168	58	59.8
4	Y. H.	21	171	64	61.6
5	G. S.	19	168	63	59.8
6	M. K.	18	166	57	58.5
7	N. N.	23	173	77	62.9
8	I. N.	19	167	60	59.1
9	S. S.	19	167	50	59.1
平均		19.8	168.1	61.1	

対 象 (2)

表2 鶏肉を摂取した群

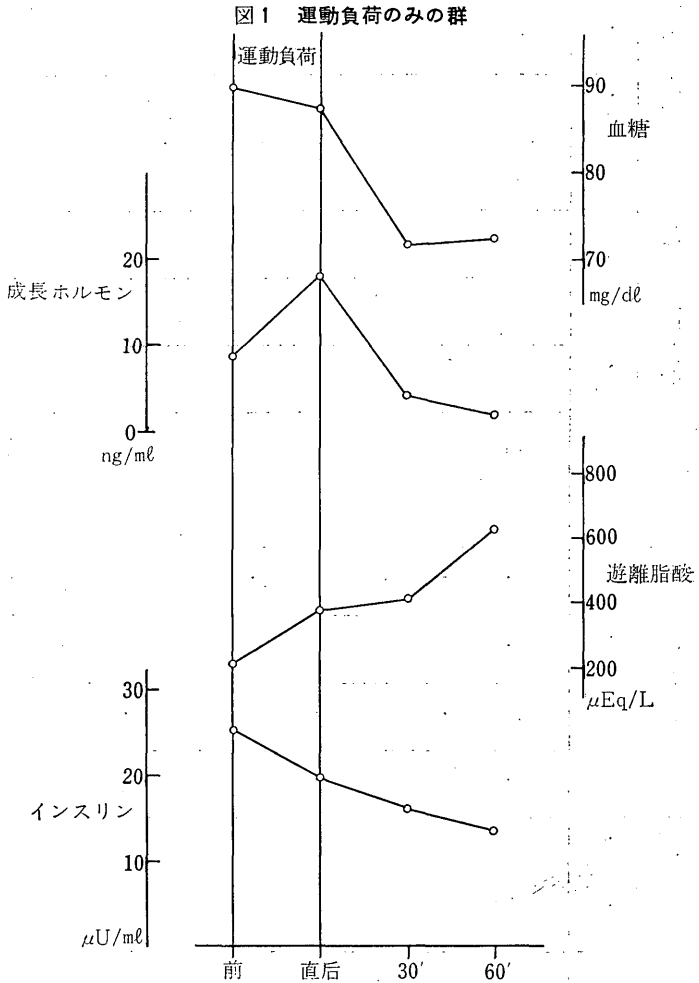
No.	氏 名	年 令	身 長	体 重	標準体重
1	H. N.	19才	170 cm	59 kg	61.0 kg
2	Y. H.	21	171	63	61.6
3	I. N.	20	168	60	59.8
4	N. A.	19	168	57	59.8
5	M. K.	19	166	55	58.5
6	Y. T.	19	172	58	62.3
7	A. T.	20	164	54	57.3
8	N. N.	23	173	78	62.9
9	S. S.	19	167	50	59.1
10	G. S.	19	168	63	59.8
11	K. E.	18	174	54	63.5
平均		19.6	169.2	59.2	

成 績

1. 運動負荷のみの群 (図1) (表3)

(1) 血中成長ホルモン

運動による血中成長ホルモンの変化



運動開始前の血中成長ホルモンは  $1.1 \sim 23.7 \text{ ng/ml}$  で、一部に高値を示す例を含んでいるが、平均  $8.5 \pm 8.0 \text{ ng/ml}$  であった。運動終了直後の血中成長ホルモンは  $3.0 \sim 46.7 \text{ ng/ml}$ 、平均  $18.1 \pm 16.0 \text{ ng/ml}$  と増加したが個々の例についてみると7例中4例で増加し、他の3例では増加が明らかでなかった。この3例は運動開始前の血中成長ホルモンの比較的高値で  $10 \text{ ng/ml}$  以上を示していたも

運動による血中成長ホルモンの変化

表 3 運動負荷のみの群

No.	氏名	血糖 (mg/dl)				成長ホルモン (ng/ml)				遊離脂肪酸 ( $\mu$ Eq/L)				インスリン ( $\mu$ U/ml)			
		前	直後	30'	60'	前	直後	30'	60'	前	直後	30'	60'	前	直後	30'	60'
1	M. K.	97	94	68	65	1.3	16.5	5.2	2.7	136	144	148	123	36	28	28	11
2	M. T.	102	94	64	82	1.1	3.0	1.2	1.0	242	398	275	475	28	19	9	11
3	N. A.	79	71	71	76	—	—	—	—	160	352	453	814	16	18	11	8
4	Y. H.	97	90	62	74	23.7	17.2	3.7	2.3	153	229	212	309	30	19	31	12
5	G. S.	92	93	81	82	11.5	4.3	1.6	1.2	193	725	610	937	31	17	18	—
6	M. K.	75	83	68	67	—	—	—	—	119	258	284	547	12	13	1	—
7	N. N.	101	100	78	75	11.0	2.2	1.2	0.8	191	648	801	716	25	16	7	15
8	I. N.	79	75	76	66	3.1	46.7	10.2	4.3	530	373	712	1,246	20	30	21	21
9	S. S.	85	87	75	64	8.0	36.0	4.6	3.1	182	250	216	424	31	17	19	15

### 運動による血中成長ホルモンの変化

のであり、前値 10 ng/ml 以下のものではいずれも運動後増加した。

運動終了 30 分後では 1.2~10.2 ng/ml 平均  $4.0 \pm 3.0$  ng/ml と運動終了直後と比べて全例低下した。

運動終了 60 分後では 0.8~4.3 ng/ml, 平均  $1.9 \pm 1.2$  ng/ml と更に低下した。

以上の成績より運動による血中成長ホルモン変動をみると、平均値では運動終了直後がもっとも高く、以後 60 分迄時間と共に低下した。個々の例についていえば運動開始前値が 10 ng/ml 以下の例で運動による増加が明らかであり、何らかの原因で 10 ng/ml 以上を示しているものでは運動による血中成長ホルモン増加反応はみられなかった。

#### (2) 血糖値

運動開始前の血糖値は 78.5~101.4 mg/dl, 平均  $89.8 \pm 10.4$  mg/dl であった。運動終了直後の血糖値は 71.1~100 mg/dl, 平均  $87.4 \pm 4.8$  mg/dl であった。9 例中 6 例で低下したがその差は前値と比べて大差ないものであった。

運動終了 30 分後は 62.2~80.7 mg/dl, 平均  $71.5 \pm 12.4$  mg/dl と前値および運動終了直後の値に比べて全例で低下し、その差も推計学的に有意であった ( $p < 0.005$ )。

運動終了 60 分後は 64.2~82.2 mg/dl, 平均  $72.4 \pm 9.0$  mg/dl で、やはり運動前および終了直後と比べて低値を示した ( $p < 0.005$ )。

#### (3) 血中遊離脂酸

運動開始前値は 118.6~529.1  $\mu$ Eq/l, 平均  $211.5 \pm 124.5$   $\mu$ Eq/l であった。運動終了後は 1 例を除いて増加し、144.0~724.5  $\mu$ Eq/l, 平均  $375.1 \pm 201.2$   $\mu$ Eq/l となった ( $p < 0.10$ )。

運動終了 30 分後は 148.3~800.8  $\mu$ Eq/l, 平均  $412.3 \pm 193.1$   $\mu$ Eq/l と更に増加し運動開始前値と比べても全例で高値を示した ( $p < 0.02$ )。

運動終了 60 分後は 122.8~1245.7  $\mu$ Eq/l, 平均  $621.0 \pm 454.3$   $\mu$ Eq/l となお高値を継続した ( $p < 0.05$ )。

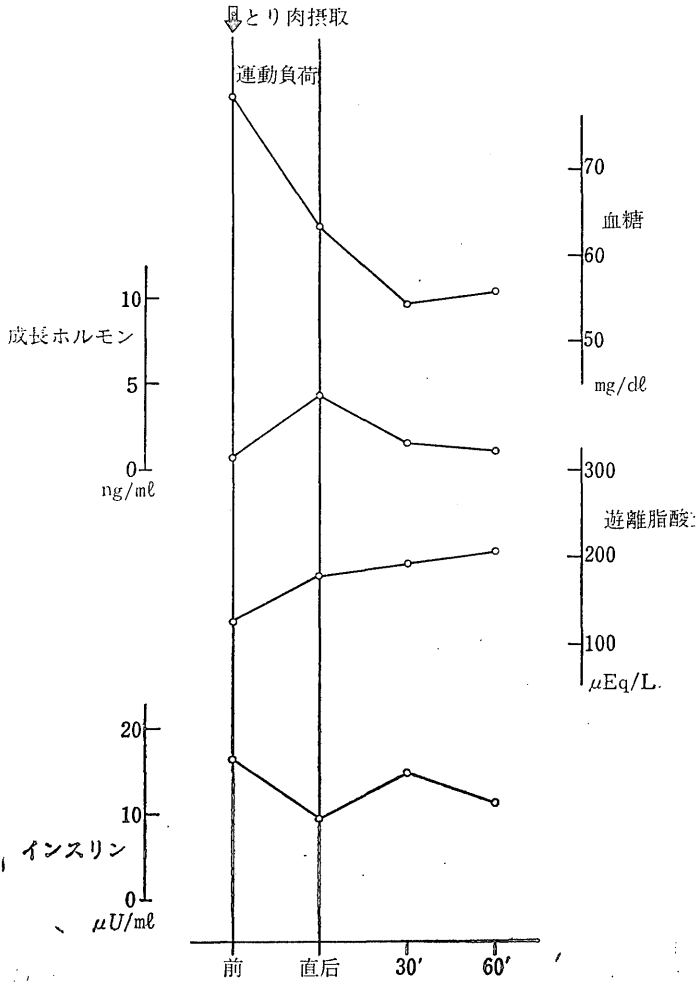
#### (4) 血中インスリン

運動による血中成長ホルモンの変化

運動開始前値は  $12\sim 36 \mu\text{U/ml}$  平均  $25.4 \pm 7.9 \mu\text{U/ml}$  であった。運動終了直後は、 $13\sim 30 \mu\text{U/ml}$ 、平均  $19.7 \pm 7.8 \mu\text{U/ml}$  であった。1例を除いて前値と大差ないか、または減少の傾向をみた ( $p < 0.10$ )。

運動終了30分後は  $1\sim 31 \mu\text{U/ml}$ 、平均  $16.1 \pm 6.9 \mu\text{U/ml}$  と運動開始前より

図2 鶏肉摂取群





運動による血中成長ホルモンの変化

表4 鶏肉摂取群

No.	氏名	血糖 (mg/dl)				成長ホルモン (ng/ml)				遊離脂肪酸 ( $\mu$ Eq/L)				インスリン ( $\mu$ U/ml)			
		前	直後	30'	60'	前	直後	30'	60'	前	直後	30'	60'	前	直後	30'	60'
1	H. N.	121	71	63	65	0.8	0.1	0.5	2.1	190	287	357	320	—	—	—	—
2	Y. H.	61	70	65	60	1.0	21.0	5.7	2.8	73	170	93	150	13	11	12	6
3	I. N.	68	61	70	58	0.5	2.9	0.9	0.8	120	223	320	307	14	4	21	11
4	N. A.	69	59	46	44	0.6	5.1	1.5	1.0	147	217	293	300	—	—	—	—
5	M. K.	60	65	68	63	1.2	3.6	1.0	1.1	90	127	157	163	18	8	16	10
6	Y. T.	110	52	60	47	0.5	0.8	0.8	0.4	130	163	167	183	22	12	10	14
7	A. T.	88	65	60	46	0.5	1.0	0.8	1.0	123	140	157	147	26	12	31	23
8	N. N.	78	60	63	68	0.8	0.9	0.8	0.6	150	230	283	153	11	5	10	6
9	S. S.	60	61	55	48	0.8	1.2	0.9	1.1	120	190	113	123	10	14	9	6
10	G. S.	73	73	53	58	0.8	5.1	2.0	0.8	147	160	107	290	—	—	—	—
11	K. E.	72	59	54	57	0.6	6.1	1.9	0.9	83	63	150	127	17	10	9	11

## 運動による血中成長ホルモンの変化

低下した( $p < 0.01$ )。

運動終了 60 分後は  $8 \sim 21 \mu\text{U/ml}$ , 平均  $13.3 \pm 4.2 \mu\text{U/ml}$  で, 30 分後よりさらに低く前値と比べても有意に低下した( $p < 0.005$ )。

### 2. タンパク食摂取後に運動負荷をした群 (図 2) (表 4)

#### (1) 血中成長ホルモン

運動開始前値は  $0.8 \sim 1.2 \text{ ng/ml}$ , 平均  $0.7 \pm 0.3 \text{ ng/ml}$  で全例共に  $5 \text{ ng/ml}$  以下の値であった。運動終了直後は  $0.1 \sim 21.0 \text{ ng/ml}$ , 平均  $4.3 \pm 3.5 \text{ ng/ml}$  と 1 例を除いて増加した( $p < 0.10$ )。

運動終了 30 分後は  $0.5 \sim 5.7 \text{ ng/ml}$ , 平均  $1.5 \pm 1.3 \text{ ng/ml}$  で運動終了直後より低下した。

運動終了 60 分後は  $0.6 \sim 2.8 \text{ ng/ml}$ , 平均  $1.2 \pm 2.1 \text{ ng/ml}$  であり, 運動終了直後より低いが, なお運動開始前値と比べて高値を示した( $p < 0.10$ )。

#### (2) 血糖値

運動開始前値は  $60 \sim 121 \text{ mg/dl}$ , 平均  $78.2 \pm 20.4 \text{ mg/dl}$  であった。運動終了直後は  $52 \sim 73 \text{ mg/dl}$ , 平均  $63.3 \pm 20.6 \text{ mg/dl}$  と 11 例中 7 例で低下した。個々の例について前値と比較検定すると有意の低下であった ( $p < 0.05$ )。

運動終了 30 分後は  $46 \sim 70 \text{ mg/dl}$ , 平均  $54.3 \pm 22.3 \text{ mg/dl}$  で運動開始前値と比べて低値であった( $p < 0.05$ )。

運動終了 60 分後は  $44 \sim 65 \text{ mg/dl}$ , 平均  $55.8 \pm 20.2 \text{ mg/dl}$  となお低値であり, 運動開始前値と比べても有意に低下しており, 回復は殆んどみられていない( $p < 0.025$ )。

#### (3) 血中遊離脂酸

運動開始前値は  $73 \sim 190 \mu\text{Eq/l}$ , 平均  $124.7 \pm 33.9 \mu\text{Eq/l}$  であった。運動終了直後の値は  $63 \sim 287 \mu\text{Eq/l}$ , 平均  $179 \pm 38.7 \mu\text{Eq/l}$ , と 1 例を除いて増加した ( $p < 0.005$ )。

運動終了 30 分後は  $93 \sim 293 \mu\text{Eq/l}$ , 平均  $190.6 \pm 62.3 \mu\text{Eq/l}$ , 11 例中 7 例では

#### 運動による血中成長ホルモンの変化

運動終了直後より高く、前値と比べても高値を示した( $p < 0.01$ )。

運動終了 60 分後は  $123 \sim 320 \mu\text{Eq/ml}$ 、平均  $205.7 \pm 60.4 \mu\text{Eq/ml}$  となお運動開始前値に比べて高値を示した。

#### (4) 血中インスリン

運動開始前値は  $11 \sim 26 \mu\text{U/ml}$ 、平均  $16.4 \pm 5.5 \mu\text{U/ml}$  であった。運動終了直後は 1 例を除いて前値より低下し  $4 \sim 12 \mu\text{U/ml}$ 、平均  $9.5 \pm 5.1 \mu\text{U/ml}$  と低下を示した( $p < 0.005$ )。

運動終了 30 分後も  $9 \sim 31 \mu\text{U/ml}$ 、平均  $14.8 \pm 6.4 \mu\text{U/ml}$  であった。

運動終了 60 分後は  $6 \sim 23 \mu\text{U/ml}$ 、平均  $11.4 \pm 2.0 \mu\text{U/ml}$  で測定しえた全例で運動開始前値より低値を示した( $p < 0.025$ )。

### 総括と考案

運動刺激に応じて体内の諸種内分泌腺から分泌されているホルモンの量が変動することが知られている。少くともこれ等のホルモンの一部については、ホルモンの分泌亢進は運動に対する身体の適応にとっては不可欠のもので合目的性をもった生体の反応と解釈されてきた。例えば副腎髄質ホルモンであるエピネフリンやノルエピネフリンの分泌亢進は心臓や血管系の機能をたかめ、運動時に需要度の多い酸素やエネルギー運搬に身体を適応させるのみならず、貯蔵グリコーゲンからのブドウ糖放出、脂肪組織からの遊離脂酸の放出を促し、エネルギーの急速な消費に生体を適応させるものとして理解されてきた。そのほか運動に際しては下垂体からの副腎皮質刺激ホルモンや副腎皮質ホルモンの分泌も亢進し、これらは単にエネルギー動員のみならずストレス下にある生体の適応にとって必要なホルモンであることは H. Selye によって指摘されて以来よく知られている事実である<sup>3)</sup>。

近年運動刺激によって下垂体からの成長ホルモン分泌がたかまることが指摘されてきた。しかしながら運動刺激が必ずしも成長ホルモン分泌に影響を与えないとする報告もある<sup>4)</sup>。また運動による成長ホルモン分泌は女子ではみられても、

### 運動による血中成長ホルモンの変化

男子では明らかではないとするものもある<sup>5)</sup>。これらの事から考えられるのは運動による成長ホルモン分泌の促進には、運動の方法、持続時間のみならず、生体側の条件などによって必ずしも一様に反応するものでないことを物語っている。

今回、私共は18歳~23歳の男子20例について放課後のサッカー練習試合90分によっておこる血中成長ホルモン、血糖、血中遊離脂酸および血中インスリンについて検討した。

運動開始前の血中成長ホルモン値は0.5~23.7 ng/mlであった。一般に早朝安静空腹時には血中成長ホルモンは5 ng/ml以下のものが多いとされているが、今回の運動開始前値はこれを上廻るものが何例か観察された。これは起床時より午後に至る肉体および精神的ストレスや食事の影響などが成長ホルモン分泌刺激としてはたらいっているものと考えられ、一回の測定値のみによって異常値と判定されるものではない。

食物を摂取しないで運動を行なった7例についてみると全体としての平均値では運動終了後増加した。しかし個々の例の前値との差を検定すると有意差ではなかったが、運動開始前値が比較的安静時に近いもの、すなわち10 ng/ml以下のものは運動終了時に成長ホルモン値が上昇していた。運動終了後30分、60分では終了直後と比べて漸次低下した。

タンパク食を摂取して同様に運動を行なった11例では、運動開始前の成長ホルモン値は安静時に近い値でいずれも5 ng/ml以下を示した。この場合、運動終了時には1例を除いて他はすべて増加した。また運動終了後30分、60分と時間と共に減少し、摂食しないで運動した群とほぼ同様の傾向を示した。

すなわち運動刺激は男子においても前述の両群で成長ホルモン分泌を促すと考えられるが、運動開始以前に何らかの成長ホルモン分泌刺激をうけて、血中成長ホルモン値が比較的高値を示しているものでは運動刺激を加えても更に成長ホルモンが増加することはないという成績であった。

ところで運動に先だって糖質を負荷して運動を行なっても成長ホルモンが上昇しないという成績がある<sup>6)~8)</sup>。しかし今回の私共の成績ではタンパク食の経口摂

### 運動による血中成長ホルモンの変化

取では、運動による成長ホルモン分泌が阻害をうけることはなかった。

血糖値の変動をみると、運動のみの群では運動終了時には、前値と比べ不変か、または低下するものが大部分であった。平均値ではその差は2.8 mg/dl の減少で有意差はなかった。一方タンパク食摂取群でも不変ないし減少するものが多く、その差は前値と比べて14.9 mg/dl の減少で有意の低下であった ( $p < 0.05$ )。運動終了60分より30分にかけては血糖値はさらに低下し両群とも前値に比べて有意の差であった。

運動による血糖の低下は、ブドウ糖利用が運動によって亢進するためと考えられている。しかし運動という劇しいストレスに際してはカテコールアミンなどの分泌が促進され、貯蔵グリコーゲンからブドウ糖補給が行なわれるが、補給を上廻る消費によって血糖値が低下する。すなわち運動終了と共に貯蔵グリコーゲンの低下、カテコールアミン分泌が低下し、その結果ブドウ糖補給量の低下によって血糖値も下ると考えられる。

また運動に際しては急激に増大するエネルギー需要に対してブドウ糖のみならず、脂肪分解過程を通じて血中遊離脂酸の増加はカテコールアミン、糖コルチコイド、成長ホルモンなどの分泌促進によってもたらされるものであるが、私共の成績では運動終了直後から終了後60分迄漸次増加した。

ブドウ糖の利用を促進し、脂肪酸より脂質の合成を促進するホルモンであるインスリンは、運動前に比べると両群ともに運動終了後、30分後、60分後いずれも減少した。すなわち運動時におけるブドウ糖の急速な利用にはインスリンが関与している部分はそれほど大きいものとは考えられないことを示す成績である。インスリンの分泌調節因子として先づ第一にあげられているのは血糖値の変動である。すなわち運動終了後より60分にかけて血糖値は低下しており、これに対応してインスリン分泌も低下したものと考えられる。

今日、生理的におこりうる成長ホルモン分泌促進因子としては低血糖、睡眠、外科手術などのストレスをはじめいくつかのものがあげられているがその詳細な機序については明らかにされていない。Sutton らは乳酸ソーダの点滴静注によ

### 運動による血中成長ホルモンの変化

って成長ホルモン分泌がおこることから、運動時に増加する血中乳酸が成長ホルモンの分泌を促した可能性を指摘しているが詳細は不明であるとしている<sup>9)</sup>。近年下垂体ホルモン分泌が視床下部のホルモンによって調節されていることが明らかにされつつある。成長ホルモンについても視床下部の腹内側核、弓状核を介して成長ホルモン分泌因子 (growth hormone releasing factor) や分泌抑制因子 (growth hormone inhibiting factor) が放出され、これによって調節が行なわれていると考えられている<sup>10)</sup>。運動による成長ホルモン分泌の促進もこれ等のメカニズムを介して行なわれていると推定されるが、その実証は今後の研究にまたねばならない。

一部には激しい運動による低血糖が成長ホルモン分泌を促すので、ブドウ糖を投与して血糖を防止すると成長ホルモンの分泌も抑制されるという報告がある<sup>8)</sup>。しかし私共の成績では血糖値の低下は運動終了直後よりも30分より60分にかけて著明であるにもかかわらず、成長ホルモン値が運動終了直後で高く、以後低下していることから考えると、運動による成長ホルモン分泌が低血糖に由来しているとは考え難い。

最後に運動によって促進された成長ホルモン分泌が生体にどのような影響をもたらすかである。成長ホルモンがタンパク同化を促し、成長を促進するという考え方からすれば運動が成長を促すことも考えられる。しかし運動による成長ホルモン分泌は私共の成績からみても、運動終了時迄にみられる一過性のものであり、また骨端線の閉鎖した成人においてこのような効果は比較的意義の少ないものと考えられる。Hunter らは成長ホルモン分泌が脂肪を分解して遊離脂酸の放出を促す作用のあることから、運動時に需要の増すエネルギー供給のために成長ホルモン分泌がおこるのではないかとしている<sup>9)</sup>。Sutton もエネルギー調節因子 (energy regulator) として運動による成長ホルモン分泌を想定しており、少なくとも成人においてはタンパク同化促進作用 (体タンパクの合成促進) 以上に運動時に不足するエネルギー補給を容易にする効果があると考えられる。

## 結 語

18歳乃至23歳の男子にサッカー練習90分という運動負荷を行ない、血中成長ホルモン、血糖、血中遊離脂酸および血中インスリを測定した。

1) 血中成長ホルモンは運動終了時一般に増加していた。運動開始前の血中成長ホルモン値が10 ng/ml以下で安静時の値に近いものでは殆んど増加した。前値が何らかの刺激によって高く、10 ng/ml以上を示したものでは運動終了時に増加が明らかでなかった。

運動終了後30分では終了直後の頂値よりは減少しており、60分後にはさらに低下した。

2) 血糖値は運動終了直後は不変乃至やや減少するものが多かった。運動終了後30分乃至60分では血糖値は明らかに低下し、前値との差も顕著であった。

3) 血中遊離脂酸は運動終了時にはかなりの増加をみたが、30分乃至60分後にはこの増加は更に顕著となった。

4) 血中インスリンは運動終了時にはやや低下していたが、終了後30分乃至60分には更に低値となり、血糖値の変動にはほぼ対応した変化をみた。

尚本研究に卒先参加された本学サッカー部員に心から感謝する。

(本研究要旨の一部は、第20回日本内分泌学会東部々会総会、第46回日本内分泌学会総会で発表した)

## 文 献

- 1) Kingsley, G.R. & Reinhold, J.G.: The determination of true glucose in blood by reduction of ferricyanide, J. Lab. Clin. Med. 34 : 713, 1949
- 2) Itaya, K. & Ui, M.: Colorimetric determination of free fatty acids in biological fluids, J. Lip. Res. 6 : 16, 1965
- 3) Selye, H.: The general adaptation syndrome and the diseases of adapta-

運動による血中成長ホルモンの変化

- tion, J. Clin. Endocr, 6 : 117, 1946
- 4) Hunter, W.M. & Greenwood, F.C.: Studies on the secretion of human pituitary growth hormone, Brit. Med. J. 1 : 804, 1964
  - 5) Frantz, A.G. & Rabkin, M.T.: Effects of estrogen and sex difference on secretion of human growth hormones, J. Clin. Endocr. 25 : 1470, 1965
  - 6) Hunter, W.M., Fonseka, C.C. & Passmore, R.: Growth hormone: Important role of muscular exercise in man, Science 150 : 1051, 1965
  - 7) Hunter, W.M., Fonseka, C.C. & Passmore, R.: The role of growth hormone in the mobilization of fuel for muscular exercise, Quat. J. Expt. Physiol. 50 : 406, 1965
  - 8) Hansen, Aa, P.: The effect of intravenous glucose infusion on the exercise-induced serum growth hormone rise in normals and juvenile diabetics, J. Clin. Invest, 33 : 197, 1971
  - 9) Sutton, J.D., Young, J.D., Lazarus, L., Hickie, J.B. & Maksvytis, J.: The hormonal response to physical exercise, Aust Ann. Med. 18 : 84, 1969
  - 10) Martin, J.B.: Neural regulation of growth hormone secretion, New Eng. J. Med. 288 : 1384, 1973