

後期高齢エリートアスリートにおける全身持久性運動の安全性

鯨坂 隆一・勝田 茂*・安田 俊広**
 川島(馬場) 紫乃***・大森 肇
 松田 光生・渡辺 重行****・山口 巖****

Safety of Endurance Exercise in Elite Athletes of Very Elderly Age (75 years or more)

AJISAKA Ryuichi, KATSUTA Shigeru*, YASUDA Toshihiro**,
 KAWASHIMA (BABA) Shino***, OHMORI Hajime,
 MATSUDA Mitsuo, WATANABE Shigeyuki****, YAMAGUCHI Iwao****

The purpose of this study was to evaluate cardiovascular safety of endurance exercise in very elderly elite athletes.

Medical evaluation including symptom-limited bicycle ergometer exercise test was performed in 30 elite athletes of very elderly age (athlete group, 82±4 years) and 25 age-matched non-athletes (control group, 80±4 years). Physical fitness level was classified as high, middle, and low by the peak oxygen uptake. In the athlete group, 4 subjects was terminated exercise by the risky symptoms, that is, ischemic ECG changes in 1, frequent premature ventricular extrasystoles (PVCs) in 1, frequent PVCs with ischemic ECG changes in 1, and highly elevated >250mmHg systolic blood pressure (SBP) in 1. All of the 4 subjects were more than 79 years old. In the control group, 5 subjects was terminated exercise by the risky symptoms, ischemic ECG changes in 1, frequent PVCs in 1, and highly elevated SBP in 3. None had hypertension on physical examination in 4 subjects terminating exercise for highly elevated SBP. Two athletes who had ischemic ECG changes during exercise had neither chest symptoms nor coronary risk factors except for elderly age. All 5 control subjects with risky symptoms had low physical fitness level, while, the 4 athletes had high or middle physical fitness level. These results suggest that high or middle fitness level with more than 79 years old is related to cardiovascular risk during exercise, while, coronary risk factors or chest symptoms are not in elite athletes of very elderly age.

Key Words: Athletes, Very elderly, Exercise, Safety

緒 言

定期的な運動習慣は高血圧、糖尿病、高脂血症などのいわゆる生活習慣病の予防や治療に有効であり、心血管死亡率の低下にも貢献しうると期待されている⁴⁾。一方、過度の運動は種々の障

害や事故の危険を孕んでいる。運動が両刃の剣といわれるのはこの2面性を有しているためであり、最悪の場合、突然死を引き起こす恐れがある。高齢者において、運動と関連して生じる突然死の原因疾患としては冠動脈疾患が多いことが知

* 東亜大学大学院総合学術研究科 Graduate School of Integrated Science and Art, University of East Asia

** 福島大学教育学部 Faculty of Education, Fukushima University

*** 筑波大学先端学際領域研究センター Center for Tsukuba Advanced Research Alliance, University of Tsukuba

**** 筑波大学臨床医学系 Institute of Clinical Medicine, University of Tsukuba

られている^{12,15)}。実際、既往歴・現病歴に疾病の罹患の無い、いわゆる健康な高齢者であっても、冠危険因子を保有している者が多く、潜在的な心血管疾患を有している可能性がある。また、高齢者では無症候性虚血性心疾患が相対的に多いことが知られており³⁾、自覚症状が無くても心血管疾患を有している可能性がある。無症候性心疾患が有るにもかかわらず運動を実践した場合、自覚症状が出現しにくいいため、より危険性が高まる可能性がある。また、一般の高齢者において体力水準と運動の安全性を検討すると、高体力者では運動の危険性が少ないことが確認される¹⁾。すなわち、一般の高齢者における運動の安全性に影響する因子としては、年齢以外に、冠危険因子保有状況、運動時自覚症状の有無、体力水準などがある。

マスタースポーツで活躍している後期高齢者は、驚くべき高い体力水準を有しており^{8,9,10)}、そのこと自体、健康状態に問題が無く運動の安全性に問題が無いことが示唆されるが、その検証はほとんどなされていない。

本研究の目的は後期高齢エリートアスリートにおける全身持久性運動の安全性を検討するとともに、一般の高齢者において運動の安全性に影響する因子が後期高齢エリートアスリートにおいて同じように該当するか明らかにすることである。

方 法

被験者

各種マスタースポーツ大会で好成績を収めている75歳以上のエリートアスリート30名(以下アスリート群)とスポーツ活動をしていない年齢のほぼ合致した後期高齢者25名(以下コントロール群)を対象とした。アスリート群は年齢 81.5 ± 3.7 (75~88)歳、男18名、女12名であり、競技種目は陸上競技5名、スキー2名、水泳9名、テニス5名、卓球6名、剣道2名、登山1名であった(表1)。スポーツ競技には参加していないコントロール群の年齢は 80.0 ± 3.7 (75~87)歳、男12名、女13名であった(表2)。25名のうち、20名は地域の運動教室に参加して定期的な運動習慣を有しており、1名は元競輪選手であった。5名は定期的な運動習慣を有していなかった。

全員、測定内容について詳細な説明を受け、文書による同意を得た。

メデイカルチェック

測定前に身長、体重を計測し、体格指数(body mass index、以下BMI)を $BMI = \text{体重(kg)} / \text{身長(m)}^2$ より算出した。日本肥満学会の基準¹³⁾に従い、25以上を過体重と評価した。問診にて最近の健康状態、体調、自覚症状などを聴取し、運動負荷試験が安全に行えるかを確認した。さらに、医療機関に通院中の者は主治医の診断書を持参させ、それ以外の者には1ヶ月以内の健康診断書を持参させてチェックした。チェック内容は、胸部X線、心電図、血液検査(赤血球、ヘモグロビン、ヘマトクリット、白血球、血小板、総コレステロール、HDLコレステロール、中性脂肪、血糖、肝機能、腎機能)所見および罹病歴(病名、服薬内容)である。高血圧および糖尿病は罹病歴から有無を判定し、高脂血症は罹病歴と血液検査成績(血中総コレステロール 220mg/dl 以上)から有無を判定した。

運動負荷試験

運動負荷試験は室温 $23 \sim 25$ 度のもとで、座位自転車エルゴメータ(Lode社製CORIVAL400)による症候限界多段階漸増心肺運動負荷試験を施行した。自転車エルゴメータ上で座位にて5分間の安静を取らせた後で、初回負荷量 $20\text{W}/\text{分}$ にて開始し、1分毎に 10W ずつ漸増した。運動の中止基準は胸痛、呼吸困難感、心電図上の虚血性変化(J点より 0.08 秒の点での 0.1mV 以上のST下降もしくはJ点より 0.04 秒の点での 0.1mV 以上のST上昇)、危険な不整脈(心室性期外収縮の5個/分以上の多発、3個以上の連発、心房細動など)、高度の血圧上昇(収縮期血圧 $> 250\text{mmHg}$)、自転車のペダル回転数を $40/\text{分}$ 以上に維持できない強い下肢疲労、年齢別予測最大心拍数($220 - \text{年齢}$)到達のいずれかとした⁵⁾。運動中止後は再び自転車で5分間の安静を取らせた。

運動負荷試験中、1分毎に12誘導心電図(運動中、良好な記録を得るために電極貼付部位はMason-Likar法を採用した)をフクダ電子社製STRESS TEST SYSTEM ML-4500にて記録し、上腕にてカフ法による血圧をCOLIN社製STBP-780にて測定した。また、1誘導心電図をフクダ電子社製Dyna-Scopeにて連続的に監視し不整脈の出現を観察・記録した。運動終了時の最高心拍数を年齢別予測最大心拍数で除して%最大心拍数とし

表1. アスリート群の身体特性

No	氏名	年齢	性	種目	身長(cm)	体重(kg)	BMI
1	T.K.	83	男性	スキー	148.5	48.2	21.9
2	M.M.	81	男性	スキー	163.0	60.6	22.8
3	Y.A.	83	男性	テニス	167.0	52.9	19.0
4	K.Y.	80	男性	テニス	164.1	47.5	17.6
5	K.Y.	77	女性	テニス	152.0	49.7	21.5
6	N.K.	87	男性	テニス	161.5	58.3	22.4
7	K.I.	80	男性	テニス	171.6	64.6	21.9
8	K.M.	78	女性	水泳	158.5	56.7	22.6
9	K.M.	75	女性	水泳	166.8	56.4	20.3
10	M.H.	77	女性	水泳	149.7	50.5	22.5
11	W.Y.	80	女性	水泳	144.7	43.3	20.7
12	H.M.	79	女性	水泳	157.0	51.1	20.7
13	A.S.	86	男性	水泳	164.3	71.4	26.4
14	S.T.	84	男性	水泳	154.2	53.2	22.4
15	O.K.	82	女性	水泳	143.0	48.1	23.5
16	Y.A.	79	女性	水泳	151.0	43.8	19.2
17	W.J.	85	男性	登山	157.9	58.8	23.6
18	M.M.	85	男性	陸上競技	162.8	47.1	17.8
19	M.T.	82	男性	陸上競技	166.0	54.8	19.9
20	K.Y.	87	男性	陸上競技	167.2	62.0	22.2
21	I.Y.	86	男性	陸上競技	161.0	57.1	22.0
22	I.T.	80	男性	陸上競技	167.0	52.5	18.8
23	O.T.	88	男性	卓球	160.0	48.0	18.8
24	M.K.	75	女性	卓球	147.2	57.3	26.4
25	Y.M.	81	女性	卓球	145.2	38.3	18.2
26	S.K.	76	女性	卓球	156.0	64.5	26.5
27	M.K.	84	男性	卓球	163.0	41.6	15.7
28	M.K.	80	女性	卓球	145.0	51.3	24.4
29	M.T.	85	男性	剣道	166.0	69.5	25.2
30	S.H.	81	男性	剣道	161.1	62.0	23.9
mean		81.5			158.1	54.0	21.6
SD		3.7			8.2	8.0	2.8

BMI：体格指数 (body mass index)。BMI= 体重 (kg) / 身長 (m)²より算出した。

た。運動中の拡張期血圧の測定精度に問題があると考えざるをえない例があったため、拡張期血圧は検討から除いた。

運動中、呼気ガス分析を併用し、ミナト医科学社製 MG-360 を用い、breath-by-breath 法により、分時換気量、酸素摂取量、および炭酸ガス排泄量を連続的に測定し、最高酸素摂取量を全身持久性体力の指標とした。得られた測定値を伊東の報告⁶⁾した以下の日本人の標準値にあてはめて「体力年齢」を算出した。

男性：(52.1-最高酸素摂取量 [ml/kg/min]) / 0.38-年齢(歳)

女性：(40.4-最高酸素摂取量 [ml/kg/min]) / 0.23-年齢(歳)

得られた「体力年齢」が実年齢より5歳以上低い場合を高体力、5歳以上高い場合を低体力とし、その間を標準体力と定義した。

上記運動負荷試験において、高度血圧上昇、危険な不整脈、心電図上の虚血性変化出現のいずれかで中止した場合、運動危険徴候有りとした。

表2. コントロール群の身体特性

No	氏名	年齢	性	運動習慣	身長(cm)	体重(kg)	BMI
1	T.T.	85	男性	有り	160.3	58.8	22.9
2	K.T.	85	男性	有り	155.8	52.9	21.8
3	Y.S.	85	男性	有り	152.2	47.1	20.3
4	K.S.	83	男性	有り	144.3	50.0	24.0
5	Y.H.	80	男性	有り	163.0	58.5	22.0
6	U.S.	79	男性	有り	165.4	60.0	21.9
7	K.T.	83	男性	有り	159.3	57.0	22.5
8	T.S.	87	男性	有り	157.1	64.4	26.1
9	I.Y.	86	男性	有り	157.6	59.4	23.9
10	H.S.	76	女性	有り	145.2	48.3	22.9
11	M.O.	79	女性	有り	144.7	53.9	25.7
12	I.Y.	76	女性	有り	143.0	67.6	33.1
13	N.I.	75	女性	有り	157.1	64.3	26.1
14	S.S.	77	女性	有り	149.5	44.2	19.8
15	M.K.	78	女性	有り	149.5	62.7	28.1
16	U.F.	77	女性	有り	156.0	62.0	25.5
17	H.H.	77	女性	有り	137.9	36.1	19.0
18	H.Y.	78	女性	有り	145.2	48.3	22.9
19	H.S.	76	女性	有り	151.5	51.0	22.2
20	M.K.	81	女性	有り	149.6	45.2	20.2
21	M.S.	83	男性	無し	167.0	48.0	17.2
22	S.S.	78	男性	無し	158.0	59.0	23.6
23	K.Y.	81	男性	無し	157.3	54.3	21.9
24	U.S.	77	女性	無し	142.4	46.5	22.9
25	N.Y.	77	女性	無し	140.9	49.8	25.1
mean		80.0			152.4	54.0	23.3
SD		3.7			8.0	7.7	3.2

BMI：体格指数 (body mass index)。BMI= 体重 (kg) / 身長 (m)²より算出した。

安全性を考慮し服薬は中止せず、運動負荷試験を施行した。

統計

全体の測定値は平均±標準偏差で示した。2群間の比較にはMann-WhitneyのU検定およびFisherのexact testを用いた。P<0.05を有意とした。

結果

メデイカルチェック (表1および表2)

両群間の年齢には有意差を認めなかった。男性の比率はアスリート群18名(60.0%)、コントロール群12名(48.0%)とアスリート群で高かったが統計学的には有意差を認めなかった(P=0.4238)。身長はアスリート群が有意に(P=0.0115)高かつ

た。両群間の男女比率に差異があったため、男女別に比較すると、男性アスリート群の身長がコントロール群より有意に高かった(男性：アスリート群162.6±5.3cm、コントロール群158.1±6.0cm、P=0.0247；女性：アスリート群151.3±7.1cm、コントロール群147.2±5.7cm、P=0.1205)。体重には両群間に明らかな差異は無く、男女別に検討しても同様に差異を認めなかった。BMIはアスリート群が小さい傾向を認めた(P=0.0654)。また、BMIが25以上の過体重を認めたのはアスリート群では4名(13.3%)、コントロール群では7名(28.0%)であり、アスリート群で少なかったが統計学的には有意差を認めなかった(P=0.1977)。

アスリート群の中で、高血圧治療中の者は2名

(6.7%)であり、コントロール群の12名(48.0%)に比し、有意に($P=0.0006$)少なかった。コントロール群のうち、運動習慣の有無により高血圧罹患頻度を比較すると、運動習慣を有する20名中8名(40.0%)に対し、運動習慣の無い5名中4名(80.0%)であり、後者が多かったが統計学的には有意では無かった($P=0.1602$)。アスリート群の中で、糖尿病治療中の者は2名(6.7%)であり、コントロール群の4名(16.0%)に比し少なかったが、統計学的には有意ではなかった($P=0.3943$)。アスリート群の中で、高脂血症は10名(33.3%)に認め、コントロール群の7名(35.0%)と差異を認めなかった($P>0.9999$)。

アスリート群30名中2名(6.7%)が冠動脈疾患治療中であった。1名は87歳男性で狭心症のため抗狭心症薬を服用中であり、もう1名は85歳男性で心筋梗塞のため冠動脈・大動脈バイパス手術を受けていた。また、この2名と別に86歳の男性が本測定で運動負荷試験陽性のため精査を受け、冠動脈に有意の狭窄病変を認め、無症候性心筋虚血と診断された。さらにスポーツ活動の継続を希望されたため、経皮的冠動脈形成術による治療を受けた。また、心房細動を1例に、完全左脚ブロックを1例に認めた。この2例はい

ずれも未治療であった。

コントロール群25名中2名(8.0%)が冠動脈疾患で治療中であった。内訳は1名が87歳男性で狭心症、1名が78歳女性で無症候性心筋虚血であり、いずれも内科的治療を受けていた。この他、2名が心室性期外収縮のため抗不整脈薬を服用中であった。

下肢閉塞性動脈硬化症にて治療中の者がアスリート群、コントロール群にそれぞれ1名ずつあり、気管支喘息にて治療中の者がアスリート群、コントロール群にそれぞれ1名ずつあった。

糖尿病を有する6名はいずれも抗糖尿病薬にて治療されており、インスリンを使用している者はいなかった。高血圧および心疾患に対する治療薬としては、アスリート群、コントロール群ともカルシウム拮抗薬、亜硝酸薬が使用されていたが、 β 遮断薬はコントロール群3名のみ服用していた。

運動負荷試験

安静時心拍数にはアスリート群とコントロール群との間に差異を認めなかった(表3)。安静時収縮期血圧にも両群間に有意な差異を認めなかった(表3)。運動終了時の最高心拍数はアスリート群

表3. 運動負荷試験成績

	アスリート群(n=30)	コントロール群(n=25)	両群間の差異
R-HR (bpm)	71.0±10.8	72.8±10.0	$P=0.4564$ (ns)
peak HR (bpm)	134.0±13.4	124.2±18.5	$P=0.0704$ (ns)
%max HR (%)	96.7±9.6	88.7±13.3	$P=0.0257$
R-SBP (mmHg)	150.1±21.2	146.6±24.2	$P=0.4518$ (ns)
peak SBP (mmHg)	211.0±20.3	210.0±27.6	$P=0.9446$ (ns)
peak WR (W)	85.0±17.0	68.8±14.2	$P=0.0006$
運動中止理由			
LF	13(43.3%)	13(42.0%)	
HR	12(40.0%)	7(28.0%)	
SBP	1(3.3%)	3(12.0%)	
PVC、	2(6.6%)	1(4.0%)	
dyspnea	1(3.3%)	0(0%)	
ST	2(6.7%)	1(4.0%)	

アスリート群の1名はPVCおよびST両方の理由で中止した。

R-HR：安静時心拍数、peak HR：最高心拍数、%max HR (%)：%最大心拍数。最高心拍数を年齢別予測最大心拍数(220-年齢(歳))で除して求めた。

peak SBP：最高収縮期血圧、peak WR：最高仕事率、LF：下肢疲労、HR：年齢別予測最大心拍数到達、SBP：収縮期血圧>250mmHg、PVC、：心室性期外収縮多発あるいは連発、dyspnea：呼吸困難、ST：虚血性ST変化出現。

表4. アスリート群の全身持久性体力と運動の安全性

No	氏名	年齢 (歳)	性	peak $\dot{V}O_2$ (ml/kg/min)	体力年齢 (歳)	体力水準	危険徴候 の有無	危険徴候の内容
1	T.K.	83	男性	28.5	62	高	-	
2	M.M.	81	男性	25.9	69	高	-	
3	Y.A.	83	男性	21.9	79	標準	-	
4	K.Y.	80	男性	22.5	79	標準	-	
5	K.Y.	77	女性	20.9	81	標準	-	
6	N.K.	87	男性	17.1	92	標準	-	
7	K.I.	80	男性	20.9	82	標準	+	虚血、不整脈
8	K.M.	78	女性	24.9	65	高	-	
9	K.M.	75	女性	21.9	77	標準	-	
10	M.H.	77	女性	24.2	68	高	-	
11	W.Y.	80	女性	24.5	66	高	-	
12	H.M.	79	女性	24.5	66	高	-	
13	A.S.	86	男性	21.7	81	高	-	
14	S.T.	84	男性	25.5	70	高	-	
15	O.K.	82	女性	24.5	66	高	+	血圧
16	Y.A.	79	女性	26.7	57	高	-	
17	W.J.	85	男性	23.7	77	高	-	
18	M.M.	85	男性	29.7	65	高	-	
19	MT.	82	男性	28.3	63	高	+	不整脈
20	K.Y.	87	男性	23.9	74	高	-	
21	I.Y.	86	男性	28.3	63	高	+	虚血
22	I.T.	80	男性	28.3	63	高	-	
23	O.T.	88	男性	19.9	85	標準	-	
24	M.K.	75	女性	21.2	80	標準	-	
25	Y.M.	81	女性	19.2	88	低	-	
26	S.K.	76	女性	17.0	98	低	-	
27	M.K.	84	男性	24.0	74	高	-	
28	M.K.	80	女性	19.5	87	低	-	
29	MT.	85	男性	18.7	88	標準	-	
30	S.H.	81	男性	28.3	64	高	-	
mean		81.5		23.5	74.3			
SD		3.7		3.5	10.5			

peak $\dot{V}O_2$: 最高酸素摂取量。
危険徴候については本文参照。

がコントロール群より多い傾向にあり、%最大心拍数で比較すると有意にアスリート群が多かった(表3)。運動終了時収縮期血圧は両群間に有意な差異を認めなかった(表3)。運動終了時の最高仕事率はアスリート群がコントロール群より有意に多かった(表3)。

アスリート群の最高酸素摂取量は 23.5 ± 3.5 ml/kg/分であり、コントロール群の最高酸素摂取量 (18.9 ± 3.3 ml/kg/分) より有意に多かった ($P < 0.0001$)

(表4、5)。体力評価では、アスリート群では、高体力18名(60.0%)、標準体力9名(30.0%)、低体力3名(10.0%)であった(表4)。一方、コントロール群では、高体力4名(16.0%)、標準体力7名(28.0%)、低体力14名(56.0%)であり、アスリート群の体力水準が有意に高かった ($P < 0.0001$) (表4、5)。

運動中止理由を表3に示した。両群とも下肢疲労にて終了した被験者が最も多かった。検者が危

表5. コントロール群の全身持久性体力と運動の安全性

No	氏名	年齢 (歳)	性	peak VO ₂ (ml/kg/min)	体力年齢 (歳)	体力水準	危険徴候 の有無	危険徴候の内容
1	T.T.	85	男性	20.7	83	標準	-	
2	K.T.	85	男性	19.7	85	標準	-	
3	Y.S.	85	男性	20.2	84	標準	-	
4	K.S.	83	男性	17.1	92	低	+	血圧
5	Y.H.	80	男性	19.7	85	低	-	
6	U.S.	79	男性	24.2	73	高	-	
7	K.T.	83	男性	19.8	85	標準	-	
8	T.S.	87	男性	15.6	96	低	-	
9	I.Y.	86	男性	21.2	81	高	-	
10	H.S.	76	女性	19.6	87	低	-	
11	M.O.	79	女性	21.4	79	標準	-	
12	I.Y.	76	女性	15.6	103	低	-	
13	N.I.	75	女性	16.5	100	低	+	不整脈
14	S.S.	77	女性	24.9	65	高	-	
15	M.K.	78	女性	15.6	103	低	+	虚血
16	U.F.	77	女性	13.1	114	低	+	血圧
17	H.H.	77	女性	20.2	84	低	-	
18	H.Y.	78	女性	17.0	98	低	+	血圧
19	H.S.	76	女性	15.6	103	低	-	
20	M.K.	81	女性	20.0	85	標準	-	
21	M.S.	83	男性	21.8	80	標準	-	
22	S.S.	78	男性	16.6	93	低	-	
23	K.Y.	81	男性	24.1	74	高	-	
24	U.S.	77	女性	12.7	115	低	-	
25	N.Y.	77	女性	19.3	88	低	-	
mean		80.0		18.9	89.4			
SD		3.7		3.3	12.3			

peak VO₂: 最高酸素摂取量。
危険徴候については本文参照。

険と判断して中止に至った者はアスリート群4名(高度血圧上昇1名、危険な不整脈1名、危険な不整脈および心電図上の虚血性変化出現1名、心電図上の虚血性変化出現1名)、コントロール群5名(高度血圧上昇3名、危険な不整脈1名、心電図上の虚血性変化出現1名)であった。アスリート群の1名は呼吸困難を訴えて中止したが、客観的に運動の継続が危険と考えられる所見は認めなかった。

高血圧にて治療中の者が14名(アスリート群2名、コントロール群12名)いたが、高度血圧上昇のため運動中止に至った例は無かった。いかえると、高度血圧上昇で中止した4名(アスリート

群1名、コントロール群3名)はいずれも正常血圧者であった。

心電図上、有意の虚血性変化はアスリート群2名、コントロール群1名に認めた。いずれも胸痛などの自覚症状は伴わなかった。図1に86歳男性アスリートの心電図所見を示した。

アスリート群では、心室性期外収縮(PVC)を安静時5名(16.7%)、運動中9名(30.0%)、運動終了後8名(26.7%)に認めた。運動中、PVCを認めた9名のうち2名は多発したため運動を中止した。この2名の内訳は80歳男性の心房細動と虚血性心疾患合併例と82歳男性で心疾患の合併の無い例であった。コントロール群では、安静時2

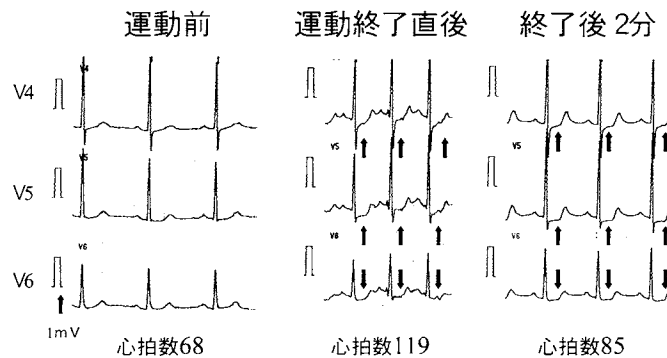


図1. 86歳男性アスリートの運動負荷心電図所見
運動終了直後、終了後2分の心電図上、矢印(↑↓)に示すごとく虚血性ST下降を認めた。

名(8.0%)、運動中6名(24.0%)、運動終了後7名(35.0%)にPVCsを認めた。運動中、PVCsを認めた6名のうち1名は多発したため運動を中止した。この1名は75歳女性で明らかな心疾患の合併はなかった。

アスリート群では、安静時3名(10.0%)、運動中6名(20.0%)、運動終了後12名(40.0%)に上室性期外収縮(SPVCs)を認めた。1名に安静時より心房細動を認めた。運動中、1名SPVCsの多発を認めたが、心房細動や発作性頻拍は認めなかった。運動終了後5名でSPVCsの多発を、1名で連発を認めたが、いずれも安静のみで自然消失した。コントロール群では、安静時1名(4.0%)、運動中7名(35.0%)、運動終了後10名(40.0%)にSPVCsを認めた。運動中、1名SPVCsの多発を認めたが、心房細動や発作性頻拍は認めなかった。運動終了後1名でSPVCsの多発を認めたが、安静のみで自然消失した。

運動の安全性に影響する因子

1. 年齢

運動危険徴候が陽性であった者は、アスリート群においては4名すべてが80歳以上であったが、コントロール群においては5名中、70歳代4名、80歳代1名であった(表4および5)。

2. 冠危険因子

前述のごとく、高度血圧上昇で中止した4名(アスリート群1名、コントロール群3名)はいずれも正常血圧者であった。心筋虚血で中止し

た3名のうち、アスリート群2名はいずれも高血圧、高脂血症、糖尿病を有していなかった。一方、有意の虚血性変化のため中止したコントロール群1名は高血圧、高脂血症、糖尿病を有し、虚血性心疾患で治療中の78歳女性であった。危険な不整脈で中止したコントロール群1例は高血圧と高脂血症を有していたが、アスリート群1例は高齢以外に冠危険因子を保有していなかった。

3. 自覚症状

運動危険徴候のため中止したすべての例で胸部自覚症状を認めなかった。

4. 体力水準

コントロール群では、高体力、標準体力者には、運動危険徴候を認めなかったが、低体力者14名中5名(35.7%)に運動危険徴候を認めた(表5)。一方、アスリート群では、高体力者18名中3名(16.7%)、標準体力者9名中1名(11.1%)に運動危険徴候を認め、低体力者3名では運動危険徴候を認めなかった(表4)。

考 察

後期高齢エリートアスリートにおける運動の安全性

後期高齢エリートアスリートにおいて、各種マスタースポーツ大会での好成績を裏付けるように最大心拍数に達するまで自覚症状、心電図変化無く運動を継続しうる者が30名中26名と多く、高度の全身持久性運動を安全に行いうる者が多いことが確認された。

アスリート群においては、高血圧治療中の者が6.7%であり、コントロール群48.0%より有意に少なかった。また、糖尿病の頻度も少ない傾向があった。マスタースポーツにて優れた競技成績を示しているエリートアスリートのほとんどが正常血圧であり、冠危険因子保有が少ない傾向にあるのは、それがある意味では好成績を示す前提条件とも考えられるが、定期的運動による降圧効果¹⁶⁾などの冠危険因子改善効果が考えられ、それが運動の安全性を高めることにも関与している可能性がある。

年齢と運動の安全性

非アスリートでは、70歳代で運動危険徴候が出現したが、アスリートでは80歳以上になって初めて出現した。これは、高度のスポーツ活動が少なくとも70歳代では運動の安全性を高める効果を有するが、80歳以上になると、その効果が減弱すると解釈しうる。アスリート群において冠動脈疾患を認めた3名は、いずれも80歳以上の男性であった。定期的な高度の運動習慣は冠動脈疾患の発症を抑制する効果があると考えられ、実際80歳未満の後期高齢アスリートにおいては冠動脈疾患を認めなかった。それでも80歳以上では加齢に伴う動脈硬化が顕在化するものと考えられる。ただし、今回の検討は横断的検討であるため、今後、縦断的検討によって、この解釈の検証をする必要がある。

冠危険因子と運動の安全性

血圧上昇と運動の安全性

高血圧にて治療中の者が14名(アスリート群2名、コントロール群12名)いたが、高度血圧上昇のため運動中止に至った例は無かった。すなわち、後期高齢者において降圧治療は安静時のみならず、運動中の血圧上昇にも有効であることが示唆された。アスリートのスポーツの安全性に関するガイドライン⁷⁾でも、軽症高血圧であれば、スポーツ活動を制限する必要は無いとしている。

一方、高度血圧上昇で中止した4名はいずれも正常血圧者であった。したがって、安静時の血圧が正常であっても運動中に高度の血圧上昇を起こしうることから、後期高齢者の運動の安全性を高めるためには、事前の運動に対する血圧反応の評価が望ましい。

心筋虚血、不整脈と運動の安全性

高齢者における運動中の突然死の原因疾患は心血管系疾患とくに冠動脈疾患によるものが多いとされている^{12,15)}。その背景として加齢とともに、「健康人」においても冠危険因子保有者が多くなることが挙げられる。地域の中高齢者についての検討では複数の冠危険因子を保有する被験者が多くなることが確認された¹⁾。後期高齢者75名についてみると、高血圧を52.0%に、高脂血症を34.7%に、糖尿病を14.7%に、肥満を32.0%に認めた(鯉坂ら、未発表)。エリートアスリート群でも、高血圧、糖尿病は少なかったものの、高脂血症はコントロール群と同頻度で認められた。したがって、高齢アスリートにおいても、運動の安全上、冠動脈疾患に最も留意すべきであろう。事実、アスリート群中3名(10.0%)に冠動脈疾患を認めた。

心電図上、虚血性変化あるいは危険な不整脈を認めたアスリート群3名はいずれも80歳以上の男性であったが、高血圧、高脂血症、糖尿病を有していなかった。アメリカ心臓協会のマスタースポーツアスリートに関するガイドラインでは、冠危険因子保有者かつ心血管系疾患の疑いがある者について運動負荷試験を勧めている¹¹⁾。しかし、本研究結果からみると後期高齢アスリートとくに80歳以上の者では、冠危険因子の保有に関係なく、心疾患とりわけ冠動脈疾患を念頭においたメデイカルチェックを定期的に行うことが望ましいと考えられる。

運動時自覚症状と運動の安全性

アスリート群で心筋虚血性心電図変化を認めた2例とも心電図上、虚血性変化が生じた際、胸痛などの自覚症状を伴わなかった。加齢とともに、無症候性心筋虚血の頻度が高くなるとされている³⁾。しかし、無症候性心筋虚血の重症度は有痛性心筋虚血と変わらないことも知られている¹⁴⁾。むしろ、自覚症状無く運動が継続されるためにより危険とも考えられる。アメリカ心臓協会のマスタースポーツアスリートに関するガイドラインでは、無症候のアスリートには運動負荷試験は行うべきではないとしている¹¹⁾。その理由として、無症候健康人では運動負荷心電図の精度が必ずしも高くないこと、費用がかかることなどを挙げてい

る。しかし、本研究結果からみると後期高齢アスリートとくに80歳以上の者では、自覚症状の有無に関係なく、心疾患とりわけ冠動脈疾患を念頭においたメディカルチェックを定期的に行うことが望ましいと考えられる。

全身持久性体力と運動の安全性

体力水準と運動の安全性はアスリート群とコントロール群とで差異を認めた。コントロール群では、低体力者にも運動危険徴候を認めた。この結果は地域高齢者での検討結果とも合致している¹⁾。一方、アスリート群では、高体力、標準体力者に運動危険徴候を認めた。これは、コントロール群では、運動危険徴候が運動の継続を制約するために、結果として低体力となり、アスリート群では体力が高度であるために、運動が高度の強度に達し運動危険徴候が出現すると解釈することも出来る。いいかえれば、非アスリートでは、高体力は運動の安全性を示す指標となりうるが、アスリートでは必ずしもそうとはいえないといえるだろう。

メディカルチェックの意義

80歳以上で冠動脈疾患を有していても、本人にスポーツ活動継続の強い動機があり、適切な治療がなされればスポーツ活動の継続が可能であることは特筆すべきことといえるだろう。実際、85歳男性例は心筋梗塞に罹患したが、冠動脈バイパス手術を受け、登山を継続しており、今回の運動負荷試験でも危険徴候無かつ高体力と評価されている。また、86歳の男性が本測定で運動負荷試験陽性のため精査を受け、冠動脈に有意の狭窄病変を認め無症候性心筋虚血と診断されたが、さらにスポーツ活動の継続を希望し、経皮的冠動脈形成術による治療を受け、スポーツ活動を継続している。前述のガイドライン¹¹⁾では、治療の有無にかかわらず、冠動脈疾患がある場合、激しいスポーツ活動は避けるべきとしている。したがって、上記メディカルチェックは単に健康状態の把握や改善のみでなく、スポーツ活動の継続や成績の改善に役立つことが期待されるが、さらに慎重な検討が必要であろう。

問題点

アメリカスポーツ医学会のガイドライン²⁾で

は年齢別予測最大心拍数の個人差が大きいことから、この中止基準を体力テストでは用いるべきではないとしている。しかし、本研究の対象は後期高齢者であり、安全性を考慮して年齢別予測最大心拍数到達を運動の中止基準に用いた。同様に、本研究では安全性を考慮し、最大酸素摂取量ではなく、症候限界で運動を中止し最高酸素摂取量を測定した。このため全身持久性体力を過少評価している可能性がある。また、安全性を考慮し服薬中の者は服薬を中止せず測定を行った。コントロール群3名では β 遮断薬を服用しており、これも過少評価に関与した可能性がある。

日本人の75歳以上の後期高齢者の最大あるいは最高酸素摂取量に関する大規模な報告は無い。また、後期高齢者においては何らかの疾患に罹患している者が多いし、潜在的に疾患を保有している可能性の有る者も推定されることから、健康な後期高齢者における最大あるいは最高酸素摂取量の標準値を決めるのは難しい。また、後期高齢者のなかで、このような測定に参加する者は日常の身体活動量が多く動機の高い者であることが予想されるので、平均的な後期高齢者を代表していない可能性が高い。

伊東の男女別の年齢と最高酸素摂取量の関連の検討⁶⁾は70歳代までの被験者を対象としており、80歳以上の被験者は含まれていない。しかし、80歳以上の高齢者の正常値は不明であるため、便宜上伊東の年齢と最高酸素摂取量の関係式⁶⁾を用いた。したがって、後期高齢者におけるその妥当性は明らかではない。本研究のコントロール群の多くが定期的運動習慣を有する被験者であったにもかかわらず体力年齢が低いと評価された者が多かったことから考えると、加齢に伴う最高酸素摂取量の減少は後期高齢者ではより大きいことが推定される。したがって、アスリート群の全身持久性体力は、本研究での評価よりもっと高いと考えられる。

エリートアスリートのうち低体力と評価された者が3名あった。この3名はいずれも卓球を行っている女性であり、競技特性上、高度の全身持久性体力が要求されないことが一因であろう^{9,10)}。

スポーツ現場での運動の安全性の評価にはアスリートの健康状態だけでなく、競技特性や環境因子など多くの因子が関与する。本研究では、自転車エルゴメータを用いた運動負荷試験から全身持

久性運動の安全性の評価を試みたので、実際のスポーツ活動の安全性にも該当するかは今後の検討が必要である。

得られた結果は少数例から導き出されたものであり、今後さらに例数を増して確証を得る必要がある。

結 論

後期高齢エリートアスリートの全身持久性運動の心血管系からみた安全性は高いが、80歳以上および高・標準体力水準がリスクを増す因子として挙げられ、高齢以外の冠危険因子の保有の有無および運動時自覚症状の有無はリスクと関連しないことが示唆された。

文 献

- 1) 鯨坂隆一 (2003): 高齢者における運動の心血管系安全基準および対策. 体力科学52(Suppl):55-64.
- 2) American College of Sports Medicine(1995): ACSM'S guideline for exercise testing and prescription, 5th edition, Williams & Wilkins, Baltimore.
- 3) Aronow WS, Mercado AD, and Epstein S (1992): Prevalence of silent myocardial ischemia detected by 24-hour ambulatory electrocardiography, and its association with new coronary events at 40-month follow-up in elderly diabetic and nondiabetic patients with coronary artery disease. *Am J Cardiol* 69:555-556.
- 4) Blair SN, Kohl HW 3rd, Paffenbarger RS Jr, Clark DG, Cooper KH, and Gibbons LW (1989): Physical fitness and all-cause mortality: a prospective study of healthy men and women. *JAMA* 262:2395-2401.
- 5) Gibbons RJ, Balady GJ, Beasley JW, Bricker JT, Duvernoy WF, Froelicher VF, Mark DB, Marwick TH, McCallister BD, Thompson PD Jr, Winters WL, Yanowitz FG, Ritchie JL, Cheitlin MD, Eagle KA, Gardner TJ, Garson A Jr, Lewis RP, O'Rourke RA, and Ryan TJ (1997): ACC/AHA guidelines for exercise testing: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee on Exercise Testing). *J Am Coll Cardiol* 30: 260-311.
- 6) 伊東春樹(1991): Anaerobic threshold (AT). (編) 水野 康ら「循環器負荷試験法」, 診断と治療社, 東京, pp.256-294.
- 7) Kaplan NM, Devereaux RB, and Miller HS Jr (1994): 26th Bethesda Conference: recommendations for determining eligibility for competition in athletes with cardiovascular abnormalities: Task Force 4: systemic hypertension. *J Am Coll Cardiol* 24: 885-888.
- 8) 勝田茂 (1999): 高高齢者エリートアスリートの事例. 臨床スポーツ医学 16 : 1015-1022.
- 9) 勝田 茂 (2000): 高高齢者エリートアスリートの身体能力の評価—なぜ80歳を超えても高パフォーマンスを発揮できるか—. 平成10年度—平成11年度科学研究費補助金(基盤研究B)研究成果報告書 .pp.1-123.
- 10) 勝田 茂, 安田俊広, 高橋英幸, 久野謙也, 鯨坂隆一, 向井直樹, 相馬りか, 西嶋尚彦 (2000): 高高齢エリートアスリートの身体能力の特徴. 筑波大学体育科学系紀要 23 : 81-88.
- 11) Maron BJ, Araujo CGS, Thompson PD, Fletcher GF, de Luna AB, Fleg JL, Pelliccia A, Balady GJ, Furlanello F, Van Camp SP, Elosua R, Chaitman BR, and Bazzarre TL (2001): Recommendations for preparticipation screening and the assessment of cardiovascular disease in master athletes. *Circulation* 103: 327-334.
- 12) 武者春樹(1997): スポーツ活動中の突然死.(編) 村山正博ら「心臓性突然死」, 医学書院, 東京, pp.62-70.
- 13) 日本肥満学会編 (2002): 肥満・肥満症の指導マニュアル第2版, 医歯薬出版, 東京.
- 14) Sharma B, Asinger R, Francis GS, Hodges M, and Wyeth RP (1987): Demonstration of exercise-induced painless myocardial ischemia in survivors of out-of-hospital ventricular fibrillation. *Am J Cardiol* 59:740-745.
- 15) 徳留省悟 (1986): スポーツ中突然死の実態. 医学のあゆみ 137 : 442-444
- 16) Urata H, Tanabe Y, Kiyonaga A, Ikeda M, Tanaka H, Shindo M, and Arakawa K (1987): Antihypertensive and volume-depleting effects of mild exercise on essential hypertension. *Hypertension* 9:245-252.