

# 中高年の至適運動処方開発における 筋力評価の位置づけ

	東京慈恵会医科大学	白旗 敏克	
(共同研究者)	同	大畠 襄	森田 一
	同	河野 照茂	小野寺 昇
	同	佐藤美弥子	

## **A Sports Medical Studies of Muscle Strength on Middle-High Age for Good Exercise Prescription**

by

Toshikatsu Shirahata, Nozomu O'Hata,  
Hajime Morita, Terushige Kohno,  
Sho Onodera, Miyako Satoh

*Devision of Sports Medicine The Jikei University  
School of Medicine*

### **ABSTRACT**

Medical check up was brought into effect for all older soccer players. It was made up of physical fitness, cardiopulmonary functions, muscle strength and movement speeds.

It was studied about importance of muscle strength and movement speeds in a medical prescription for them.

Heart rate, being computed from cardiopulmonary functions against all olders, is a main index in a medical prescription.

However, considering that the cause of sports injuries for them, it seems to be necessary for them to make out a medical prescription including a result of muscle strength and movement speeds.

There are results as follows;

1. For all older players, extending muscle strength is significant weaker than winding muscle strength muscle in the knee joint.

2. In movement speeds, a decline in the light load was harder than in the heavy load.

3. The rate of a decline in muscle strength and movement speeds was higher than in cardiopulmonary functions for them.

## 要 旨

おおむね中高年者では、呼吸循環機能より算出した心拍数を運動処方の主たる指標としている。しかしながら、中高年者のスポーツ傷害の原因を考慮に入れたとき、筋力および運動スピードの結果も含めた運動処方の策定が、中高年者にこそ必要であると考えられた。中高年のサッカー愛好家に対してメディカルチェックを実施し、運動要素、呼吸循環機能（運動負荷時）、筋力および運動スピードを測定し、中高年者の運動処方における筋力、運動スピードの重要性を検討した。

その結果、中高年者では、膝関節の屈曲筋力よりも伸展筋力が有意に低下していた。また運動スピードにおいても軽い運動負荷に対する運動スピードの低下より、重い運動負荷に対する運動スピードの低下が大きかった。さらに、中高年者では、呼吸循環機能が低下する割合より、筋力および運動スピードの低下する割合が高いことを知った。

## 緒 言

慈恵医大スポーツ外来部では、発足（1985）以来、中高年者の至適運動処方開発のための指標作りを進めている。すでにメディカルチェックにおける呼吸循環機能からみた至適運動処方の指針を表わした<sup>1-6)</sup>。

さらに、これらの指針に沿って運動処方を実施したとき、実際の運動（競技）の場では、循環器系の応答がどのような傾向にあるのか、ホルター心電計<sup>7)</sup>を用いて測定室での結果と実際の運動中

の結果とのギャップをうめる努力を続け、より一層適切な運動処方作りを進めている<sup>8,9)</sup>。

他方われわれは、スポーツ外来部を受診した中高年者（40歳以上の男女）199人を対象とした検査および問診により、中高年者のスポーツ外傷・障害の特徴を明らかにした<sup>10)</sup>。これらのスポーツ外傷・障害を予防する観点に立つと、これまで述べた循環器系を指標とした運動処方に加えて筋力にも重点をおいた運動処方が中高年者にこそ必要であると考えらるにいたった。そこで、サッカーを長年愛好している中高年者を対象にアイソキネティックな筋力と運動スピード<sup>11)</sup>を測定することにより、運動処方における筋力の必要性を検査した。

## 対象および方法

対象は、サッカー愛好家32名（平均年齢、62.6歳、その内訳は、50歳代9名、60歳代21名、70歳代2名）である。

スポーツ外来部所属の心循環器系の専門医による診察の後、尿検査、血液一般検査、生化学検査、血清学的検査、レントゲン検査（表1②～⑥に示した）を行った。これらの検査結果に基づいて、運動負荷テストを含むフィットネスチェック<sup>12)</sup>（形態測定、呼吸循環機能測定、運動要素の測定、筋力測定）が可能であるかを判定した。

運動負荷テストは、12誘導の心電計（日本光電、System 7000）を用い、トレッドミル（Woodway, ELG-2, West Germany）で行った。プロトコルを図1に示す。運動負荷テスト中は、循環器系の専門医がつねに心電図および血圧の変化

表1 測定項目

区分	チェック項目
① 一般診察	蛋白半定量, 糖半定量, ウロビリノーゲン, 潜血反応, 沈渣
② 尿検査	
③ 血液一般検査	
④ 医化学検査	GOT, GPT, LDH, コリンエステラーゼ, 総ビリルビン, 直ビリルビン, ALP, LAP, $\gamma$ -GTP, 尿素, 窒素, クレアチニン, 尿酸, コレステロール, 中性脂肪, 総蛋白, アルブミン, Na, Cl, K, Ca, 血清鉄, HDL コレステロール, 空腹時血糖グリコヘモグロビン A1, UIBC, Fe
⑤ 血清学的検査	RA, ASLO, CRP, HBs 抗原, HBs 抗体, TPHA, ガラス板法, 血液型
⑥ レントゲン検査	胸部単純撮影, 膝関節単純撮影, 足部単純撮影, 腰椎単純撮影
⑦ 形態測定	身長, 体重, 座高, 胸囲, 皮脂厚 (体脂肪率)
⑧ 呼吸循環機能測定	肺活量, 血圧, 心電図 (安静)
⑨ 運動要素測定	背筋力, 反復横とび, 上体そらし, 垂直とび, 体前屈, 握力, 全身反応時間
⑩ 呼吸循環機能測定	最大酸素消費量 (対体重最大酸素消費量), 最大換気量, 心電図 (負荷)
⑪ 筋力測定	膝関節伸展・屈曲筋力, 筋持久力

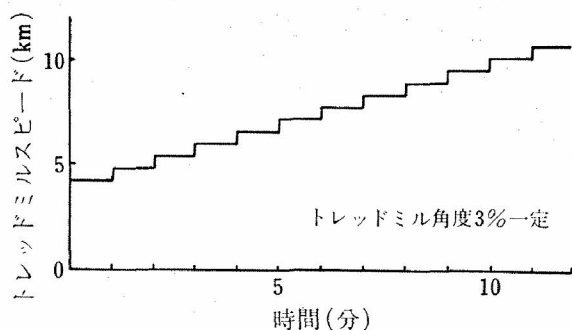


図1 中高年サッカー愛好家の運動負荷試験プロトコール

を観察し, 中止すべき所見の出現<sup>13)</sup>, 自覚症状の訴えなどによってすみやかに運動負荷テストを中止した。

最大酸素消費量は, 運動負荷テストに際して呼吸ガスを自動代謝測定装置 (AIC, System 5) にて分析し, 求めた。

筋力は, 安全性からアイソキネティックな膝関節伸展・屈曲筋力を Cybex II<sup>+</sup> (Cybex, CYX-330-d, USA) を用いて測定した。

運動スピードは, Ariel (Ariel Dinamice, Inc) を用いて膝関節伸展・屈曲運動時の角速度として求めた。

## 結 果

### I. 身体的プロフィール

表2-1に身体的プロフィールのうち形態に関するものを示した。同年齢の平均値<sup>14)</sup>と比較し, 指数化<sup>3)</sup>した。この指数は  $\left(\frac{A-\bar{x}}{S.D.}\right) \times 10 + 100$  で示され, 平均値を100としたとき, 1標準偏差±されるごとに±10変化することを示している (A = 被験者の値, X = 各年齢の平均値, S.D. = 各年齢の標準偏差)。

対象とした中高年サッカー愛好家は, 同年齢の平均値と比較すると形態的には約1標準偏差大きく, 体脂肪率ではむしろ少ない傾向にあった。

身体的プロフィールのうち運動要素に関するものを表2-2に示した。表2-1と同様の比較を試みると, 垂直とびでは, 1標準偏差, 全身反応時間および反復横とびでは2標準偏差, それぞれ優れていた。このことは, 対象とした中高年サッカー愛好家は, 敏捷性, 瞬発力に優れていることを示している。しかし, 体前屈では, 1標準偏差劣っていた。上体そらし, 背筋力, 握力では, 同年齢

表 2-1 身体的プロフィール (形態)

	身長 (cm)	座高 (cm)	胸囲 (cm)	体重 (kg)	体脂肪率 (%)
M	166.8	88.9	91.4	64.7	15.1
S.D.	±4.82	±14.64	±5.17	±8.10	±3.68
	109	120	108	108	

(M=平均値, S.D.=標準偏差)

表 2-2 身体的プロフィール (運動要素)

	反応時間 (msec)	上体そらし (cm)	体前屈 (cm)	背筋力 (kg)	反復横とび (回)	垂直とび (cm)	握力 (kg)	
							右	左
M	341.0	31.4	2.9	103.0	37.8	41.5	39.3	36.3
S.D.	±50.00	±7.93	±8.44	±18.33	±6.25	±7.13	±6.27	±5.10
	118	100	90	102	120	113	100	

(M=平均値, S.D.=標準偏差)

の平均値とほぼ等しい値であった。

表 2-3 に身体的プロフィールのうち心循環器系に関する結果を示した。持久力の指標となる最大酸素消費量は、同年齢の平均値と比較し、0.5 標準偏差優れていた。また、55~59歳の群と65~69歳の群に分けて比較すると両者には有意な差は見られなかった (図 2)。

安静時の血圧は、収縮期 125.6mmHg, 拡張期では、77.6mmHg (平均) であり、WHO が定める高血圧症の範ちゅうにあるものはなかった。運動終了後の拡張期血圧は第 4 点で示した。心拍数が、8~9分でプラトーになったのに対して、運動終了後、血圧が安静時の値に回復するまで10~12分要した。

II. 膝関節伸展・屈曲筋力

表 3 に Cybex II<sup>+</sup> で測定した膝関節伸展・屈

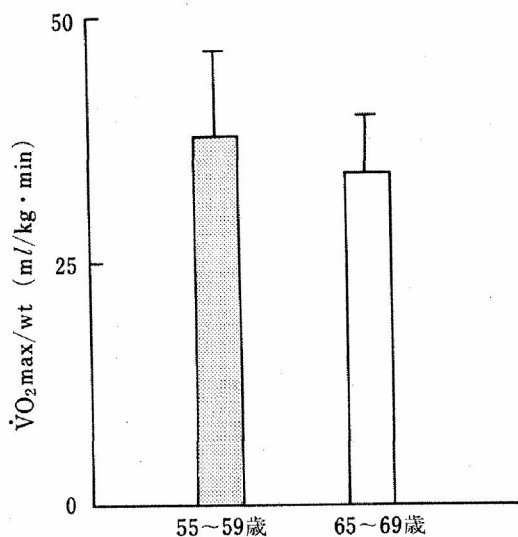


図 2 体重当りの最大酸素消費量の比較

表 2-3 身体的プロフィール (心循環器系)

	VC (ml)	$\dot{V}O_2\text{max/wt.}$ (ml/kg·min)	安静時 心拍数 (拍/分)	運動時 最大心拍数 (拍/分)	安静時血圧 (mmHg)	運動終了 直後血圧 (mmHg)	オールアウト 時 (分, 秒)
M	3921.7	33.8	62.9	157.8	125.6/77.6	210.9/109.8	8'46"
S.D.	±582.57	±9.02	±10.34	±14.34	±15.67, ±8.10	±34.19, ±28.15	±1'38"

(M=平均値, S.D.=標準偏差)

表3 膝関節伸展・屈曲筋力の比較

		30 deg/sec				180 deg/sec			
		右		左		右		左	
		伸	屈	伸	屈	伸	屈	伸	屈
55 ~ 59 歳	M	146.3	68.9	137.4	64.1	72.3	45.9	70.4	41.4
	S.D.	±26.57	±12.31	±15.63	±9.86	±14.16	±9.73	±8.47	±6.28
65 ~ 69 歳	M	105.2	62.4	109.3	61.9	60.6	34.6	53.4	36.9
	S.D.	±13.58	±18.38	±24.18	±16.47	±16.34	±14.67	±21.25	±11.32

(M=平均値, S.D.=標準偏差, 単位は Nm)

曲筋力を示した。55~59歳の平均値と65~69歳の平均値を比較すると、55~59歳の群では、30 deg/secにおける伸展筋力が146.3Nmであるのに対して65~69歳の群では、105.2Nmと5%水準で有意な差を認めた。

30deg/secにおける屈曲筋力および180deg/secにおける伸展・屈曲筋力には有意な差を認めなかった。すなわち膝関節の伸展筋力にのみ有意な差が認められた。この関係を図3に示した。

かかる傾向は、膝関節の伸展筋力が高齢化すると屈曲筋力より早く低下する傾向にあることを示している。

### Ⅲ. 膝関節伸展・屈曲時の運動スピード

表4にArielで測定した膝関節伸展・屈曲時の運動スピードの変化を示した。中高年サッカー愛好家(A群)と一流サッカープレイヤー(B群)の値を比較した。

A群では、等負荷5kgのとき448.8deg/sec, 20kgのときは、152.3deg/secであった。B群と比較すると5kgの等負荷で伸展時に30%, 屈曲時に28%, それぞれ低い値となった。20kgの等負荷の場合、伸展時に45%, 屈曲時に40%, それぞれA群が低い。また、A群において5kgの等負荷から20kgの等負荷に変化させたとき、その低下が66%であるのに対して、B群では56%であった。

このことは、中高年者にとって等負荷が増加す

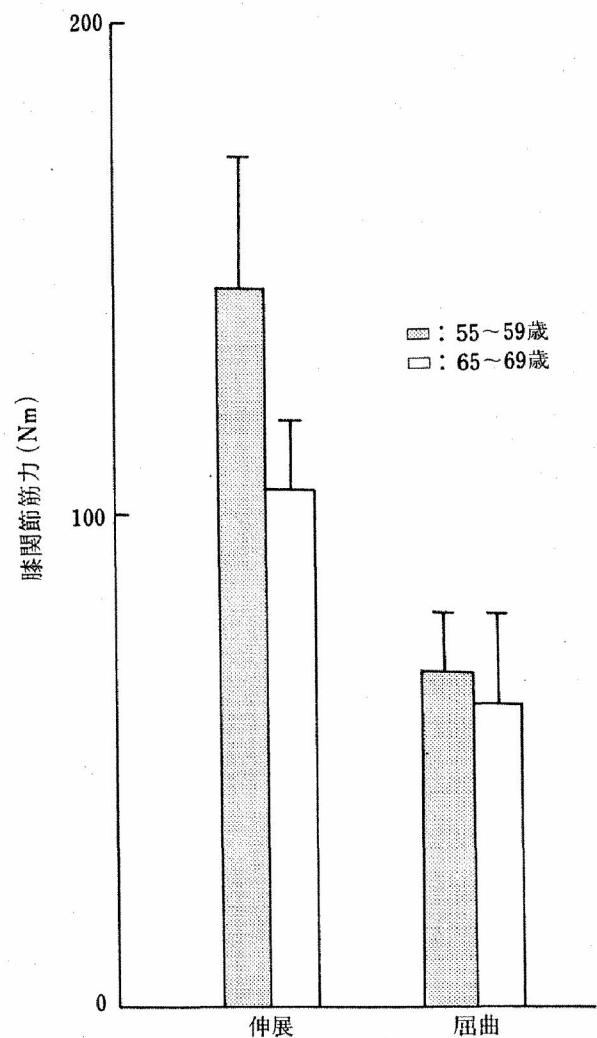


図3 筋力の比較

れば運動スピードの低下する割合も大きくなることを示している。

### 考 察

中高年のサッカー愛好家に対してメディカルチ

表4 運動スピードの比較

	負荷 (kg)	5	20
A	伸展 (M±S.D.)	448.8±71.98	152.3±35.06
	屈曲 (M±S.D.)	471.4±65.70	162.9±32.18
B	伸展 (M±S.D.)	623.0±42.01	275.2±36.30
	屈曲 (M±S.D.)	652.9±59.40	266.9±18.08

A：中高齢サッカー愛好家  
 B：一流サッカープレーヤー  
 単位は deg/sec  
 M：平均値，S.D.：標準偏差

チェックを行い、形態、運動要素、呼吸循環機能、筋力、運動スピードを測定した。

形態的には、表2-1に示したように日本人の標準値と比較すると1標準偏差大きい傾向にあった。また、運動要素(表2-2)については、反応時間および反復横とびの敏捷性を表わす項目で優れた成績が得られた。対象とした中高齢サッカー愛好家は、週一回の運動(中高齢サッカーのルールにしたがって)<sup>9)</sup>を長期間継続している。とくに中高齢者に低下する傾向にある敏捷性において優れていたことは、週一回の運動で敏捷性をかなり保持できることを示すものと考えられる。

さらに、呼吸循環機能(表2-3)においては、最大酸素消費量が33.8ml/kg・minであり、同世代の平均値30.0ml/kg・minを上回っている。このことは、中高齢者にとって長期間、しかも定期的に継続するならば、持久性においても週一回の運動でも適切な頻度であることを示すものと考えられる。河野ら<sup>9)</sup>も中高齢者の適切な運動頻度として日常生活に加えて週一回の長期で、しかも定期的な運動が健康維持を目的とした際、有効であることを示した。

つぎに、呼吸循環機能の中でも循環器系について述べる。安静時における血圧では、とくに著明な高血圧症はみられなかった。しかしながら、運動後に血圧が安定するまで10~12分を要した。安静時心電図においては、すべての対象において虚

血性の変化を疑う所見<sup>15)</sup>はなかった。

運動中、運動後に不整脈、ST-低下の所見がみられた者は、32名中7名であった。しかしながらとくに治療を必要とする不整脈<sup>16)</sup>を示した者はなかった。

心拍数は、運動終了後8~10分でプラトーになった。運動終了後に血圧が安定する前に心拍数が安定した。このことから、おおむね運動後の回復の指標を心拍数に置くが、中高齢者においては、さらに血圧が安定するまでの時間を見積る必要があると考える。

筋力については、表3に示したように対象を2群(55~59歳の群、65~69歳の群)に分けて比較した。この2群を比較したとき、膝関節伸展筋力(30deg/sec)において有意な差を認めた。しかしながら屈曲筋力では、この傾向はなかった。180deg/sec時の伸展屈曲筋力の値に低い傾向がみられたが、有意な差には、いたらなかった。

これらのことは、膝関節のとくに伸展筋力の低下が、中高齢者の特色であると考えられる。小野寺ら<sup>17)</sup>は、遅いタイプの筋力と速いタイプの筋力の比をとり、発育期に、その比が1:0.70(30deg/sec:180deg/secの筋力比)となり、成人の比である1:0.54とかなり違うことを示した。そして、これらの比が急速に変化する発育期には、筋力トレーニングにおいて成人と同様のメニューが適切でない指摘している。

そこで、中高年の2群に同様の比をとると55～59歳の群は、1:0.51, 65～69歳の群では、1:0.57となる。65～69歳の群は成人の比から遠ざかる傾向にあると考えられる。

河野ら<sup>18)</sup>は、膝関節伸展・屈曲の比をとり、肉ばなれとの関連性をアイソキネティックな筋力で検討した。その結果、遅いタイプに対応する筋力において極端にどちらかに片寄ることは、肉ばなれの原因となりうると報告した。

伸展筋力が有意に低下する傾向にあることは、このことが原因で筋力のバランスが崩れ、スポーツ傷害を引き起こす要因となりうると考えられる。

膝関節伸展・屈曲時の運動スピードについては、表4に示した。A群は、中高年サッカー愛好家の結果であり、B群は、一流サッカープレーヤー（日本リーグ一部所属チーム選手）の結果（20名の平均値）である。この2群を比較すると中高年サッカー愛好家の運動スピードは、負荷が5kgのとき、448.8deg/secであるのに対してB群では623.2deg/secであった。また、負荷を20kgとしたとき、A群は152.3deg/secであるが、B群では、275.2deg/secであった。このことは、中高年者は軽い負荷に対する運動スピードも低下するが、一方で、重い負荷に対応する運動スピードは、より一層低下する傾向にあると考えられる。

小野寺ら<sup>11)</sup>は、膝関節のスポーツ傷害受傷後には、伸展における軽い負荷に対応する運動スピードの低下が著しいことを示した。

中高年者に対する運動処方において、スピードを速める強度の負荷を設定することは好ましくないと考える。なぜなら、呼吸循環機能が低下する割合（図2）より、筋力、運動スピードが低下する割合（図3）の方が高いと考えられるからである。

## ま と め

中高年のサッカー愛好家を対象にメディカルチェックを実施し、運動要素、呼吸循環機能そして運動スピードを測定し、以下の結果と結果からの示唆を得た。

1. 身体的プロフィールのうち運動要素においては、敏捷性がとくに優れていた。
  2. 最大酸素消費量は、同年代の標準値より優れていた。
  3. 55～59歳の群と65～69歳の群において最大酸素消費量を比較したとき、有意な差はみられなかった。
  4. 運動終了後の心拍数は血圧より先に安定した。
  5. 55～59歳の群と65～69歳の群で筋力を比較したとき、膝関節の伸展筋力に有意な差がみられた。
  6. 運動スピードは中高年者では、軽い負荷より重い負荷での低下が著しかった。
- 中高年者に対する運動処方を行う上で心拍数を指標とした回復を見積る際、血圧の遅れを考慮に入れるのが望ましいと考えられる。
- 運動強度を決定する際、呼吸循環機能の能力に筋力、運動スピードの能力を加味することが適切であると考えられる。

## 文 献

- 1) 大島 襄, 他; スポーツ, ことに競技会と安全対策臨床スポーツ医学, 2: 429～436(4) (1985)
- 2) 河野照茂, 他; “熟年サッカーは、はたして安全か”, 第7回東日本スポーツ医学研究会報告集, 169～171 (1985)
- 3) 大島 襄, 他; 中高年のメディカルチェックと至適運動処方開発のためのスポーツ医学的アプローチ, デサントスポーツ科学, 8: 115～124 (1987)
- 4) Terushige Kohno et al.; Can Senior Citizens Play Soccer Safely? First World Congress of Science and Football. Abstracts Liverpool,



- p 55 (1987)
- 5) 河野照茂, 他; 中高年サッカープレイヤーのメディカルチェック, 体力科学, **36** (1987)
  - 6) 小松親義, 他; 長期間の Jogging の結果著明な洞性徐脈(心停止)をきたした Athletic Heart Syndrome の1例, 体力科学, **36**: 301—302 (1987)
  - 7) 早川弘一; ホルター心電計の臨床, 日本医師会雑誌, **93**: 1937—1943 (1985)
  - 8) 白旗敏克, 他; 中高年ライダーの運動能力, *Japanese J. Sports. Science*, **6**: 444—447 (1987)
  - 9) 河野照茂, 他; スポーツ外来にみる中高年のスポーツ障害, 整形外科スポーツ医学研究会抄録集, p 115 (1987)
  - 10) 小野寺 昇, 他; エリエールを用いての筋力トレーニング, 体力科学, **36**: 673 (1987)
  - 11) 大畠 襄, 他; スポーツ医学クリニックのあり方, 臨床成人病, **15**: 1455—1458 (1985)
  - 12) 水野 康, 他編; 循環器負荷試験法, p 91(1986)
  - 13) 飯塚鉄雄, 他; 日本人の体力標準値, (1982) 不昧堂出版
  - 14) 水野 康, 他編; 循環器負荷試験法, 診断と治療社, p 73 (1981)
  - 15) 水野 康, 他編; 循環器負荷試験法, 診断と治療社, p 58 (1981)
  - 16) 小野寺 昇, 他; 発育期における筋力発揮様式と筋, 腱, 骨の障害, 第22回日本体力医学会シンポジウム (1987)
  - 17) 河野照茂, 他; プロ野球選手のコンディショニングに及ぼす筋力のバランス, 東日本スポーツ医学研究会, 抄録集, p 61 (1987)