

## 80歳登山家三浦雄一郎氏のバランス能について

竹島伸生<sup>1)</sup>, 宮崎喜美乃<sup>2)</sup>, 山本正嘉<sup>1)</sup>, Islam MM<sup>3)</sup>, 藤田英二<sup>1)</sup>

1)鹿屋体育大学スポーツ生命科学系

2)(株)ミウラ・ドルフィンズ

3)ヨナハ総合病院

キーワード: 三浦雄一郎、エベレスト山、登山、バランス能

### [要 旨]

プロスキーヤーであり、登山家である三浦雄一郎氏（以下三浦氏）は、70歳時、75歳時、80歳時と、3回にわたり世界最高峰のエベレスト（8,848m）に登頂し、最高齢登頂記録を塗り替えてきた。これまで10年間に亘り三浦氏の呼吸循環機能、筋機能および体力測定を実施してきた。今回新たにバランスマスター（NeuroCom International, Clarckamas, OR, USA）を用いて静的、動的バランスを測定し、その特徴を検討した。立位姿勢で柔らかい台上における重心動揺速度（deg/sec）（静的な重心動揺テスト）は1.8deg/secであった。この値は20～30歳の平均値に相当しており、同世代の水準と比較して極めて高いバランス能を有していることが明らかとなった。動的バランステストとして安定性の限界値（LOS）を測定した。これはバランスを崩すことや足が動くことまた、補助をされることなく本人がどれだけ重心を移動できるかという能力を評価するものである。評価指標には、反応時間（RT）、移動速度（MVL）、方向制御（DCL）、初期到達点（EPE）および最高到達点（MXE）がある。三浦氏の初期到達点（EPE）は86%と高い能力を有し、同年代の標準値を大きく超えていた。RT、MVL、DCL、MXEなどのすべての指標においても高い能力が示された。三浦氏は高所登山で求められる雪、氷や岩など不整地での急斜面あるいは狭い道などへの登下降に対する姿勢調節の適応と幼少からの長期の山岳スキーなどの経験が相まって80歳においても静的及び動的のバランス能も高い水準を維持していることが登頂成功の一助になったとみられた。

スポーツパフォーマンス研究, 7, 90-100, 2015年, 受付日:2014年10月28日, 受理日:2015年5月11日

責任著者: 竹島伸生 鹿屋体育大学 Tel: 0994-46-4947 Fax: 0994-46-5024

\*\*\*\*\*

### **Balance ability of Yuichiro Miura, an 80 year old alpinist**

Nobuo Takeshima<sup>1)</sup>, Kimino Miyazaki<sup>2)</sup>, Masayoshi Yamamoto<sup>1)</sup>, Islam MM<sup>3)</sup>,

Eiji Fujita<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> National Institute of Fitness and Sports in Kanoya

<sup>2)</sup> Miura Dorphins Co.

<sup>3)</sup> Yonaha General Hospital

Key words: Yuichiro Miura, Mount Everest, mountaineering, balance ability

**[Abstract]**

Yuichiro Miura, a professional skier, is a record-setting alpinist who climbed to the top of Mount Everest (8,848 m) at the age of 70, 75, and 80 years. For the past ten years, Miura's cardiorespiratory function, muscular strength, and overall physical fitness have been being measured at the National Institute of Fitness and Sports in Kanoya. Recently, a Balance Master Platform System (NeuroCom International, Clackamas, Oregon, USA) was used to measure Miura's static and dynamic balance ability. Sway velocity (deg/sec), obtained while a person is standing on a soft foam pad placed on the measuring platform, quantifies the participant's center of gravity (COG). Miura's sway velocity (SV) was 1.8 deg/sec. This value is similar to the average sway velocity of 20- to 30 year-old men, indicating that Miura has maintained exceptional static balance compared to age-related norms. A Limits of Stability (LOS) task was used to measure Miura's dynamic balance. The Limits of Stability task quantifies the maximum distance that people can intentionally displace their center of gravity, i.e., lean their body in a given direction without losing their balance, stepping, or reaching for assistance. The measured parameters are reaction time (RT), center of gravity movement velocity (MVL), directional control (DCL), end point excursion (EPE), and maximum excursion (MXE). Miura's end point excursion was 86%, a very high performance for someone of such an advanced age (compared to age-related norms). His center of gravity, directional control, center of gravity movement velocity, and maximum excursion were also superior compared to age-matched norms. It is hypothesized that the repeated adjustment of his posture while climbing through narrow trails in the Alps and other high mountains, combined with a lifetime of mountain skiing, has contributed to Miura's ability to perform at a high level with respect to both static and dynamic balance, even at the age of 80.

## I. 研究の背景と目的

2013年5月23日、三浦雄一郎氏（以下三浦氏）は、80歳でエベレスト(8,848m)の登頂に成功した。エベレスト登頂成功者としては世界最高齢であり、極めて優れた体力や生理機能の持ち主という見方ができる。これまでに本学スポーツトレーニング研究教育センターにて、10年間に亘って三浦氏の体力測定を行うとともに低酸素トレーニングを実施してきた。これまでの10年間の体力の経年変化やトレーニング内容の詳細は山本らにより既に紹介されている（山本ら, 2003; 2006; 2014）。山本らの報告（2014）では、70歳時から80歳時まで三浦氏の体脂肪率は30%前後であり、BMIも30前後と、ほぼ同じ能力を維持しているという。さらに、脚筋力も40歳代なみの値を維持していた。さらに、日々のトレーニングによって背筋力が80歳時に過去最高の値（148kg）を示したとしている。一方、腹筋力（30秒間での上体起こし回数）については、スキー中の骨盤骨折事故（76歳時）により、一時期は1回もできなくなっていたが、80歳時には骨折する前と同じ回数である9回（65歳相当の能力）ができるまでに回復している。このような筋力や筋パワーの維持が、80歳での登頂を成功させた要因とみられる。しかし、呼吸循環機能の指標である最大酸素摂取量は、同年代の平均値相当である。高所低酸素下に曝露された場合には酸素吸入という条件でもあり、平地とは異なる呼吸循環応答が要求されるが、エベレスト登頂には最大運動時の酸素摂取能力の高さは登頂条件となっていないようである。一方、高所登山では重量のある荷物を背負い、同時に急な勾配の中で雪、氷、岩などの不整地面の歩行や時には氷の割れ目に設置された狭いハシゴを綱渡りのように渡ることなどが要求される。この場合には、筋力やパワーだけでなく、バランス能の良否が大きく関わっていると推測される。

今回、三浦氏のエベレスト登頂の2ヶ月前に、本大学においてこれまでおこなってきた最大酸素摂取量や筋力、筋パワーなどの体力測定に加えて静的および動的バランス能の測定を行ったので、これらの結果から体力特性を評価し世界最高齢でエベレスト登頂を成し遂げた一要因を探ったので報告する。

## II. 方法

### 1) 測定時期：

測定はエベレスト登頂の2ヶ月前である2013年3月に、本大学スポーツトレーニング研究教育センターおよびヘルスプロモーション実験室で実施した。なお、本測定は三浦氏の同意のもと、本大学倫理委員会の承認を経ておこなわれた。

### 2) 形態計測、最大酸素摂取量および筋力・パワー測定：

身長、体重からBMIを求めた。最大酸素摂取量( $\dot{V}O_2\max$ )は、トレッドミルを用いて1分ごとに速度を漸増するプロトコルにより測定した。登山を模擬してトレッドミルの傾斜角度を15%に固定し、初速度を分速30~40mとし1分経過ごとに速度を分速10mずつ増加させオールアウトに達するまで歩行を行った。呼気ガスの採集はダグラスバッグ法を用い、 $O_2$ 濃度及び $CO_2$ 濃度は自動ガス分析器(Vmax29c,

Sensor medics 社製)で分析した。竹井機器社製の握力計(T.K.K.5401)と等速性脚伸展パワー(アネロプレス 3500, Combi 社製)を用いて筋力, 筋パワーを測定した。

### 3) バランス測定 (バランスマスターを使用) :

バランス能は, バランスマスター (Balance Master 8.0.2, NeuroCom International, Inc, Clackamas, OR, USA)を用い, 静的バランス能の指標として立位における重心動揺(sway velocity: 以下 SV)と, 動的バランスの指標として安定性の限界閾値 (limits of stability: 以下 LOS) を評価した。バランスマスターは, デュアルフォースプレートとコンピュータで構成されている。デュアルフォースプレートには4個のセンサーが内蔵されており, 対象者の足にかかる垂直圧力を計測してこの情報をコンピュータに転送する仕組みになっている。

静的バランス能の指標として SV を測定した。測定風景を[動画1](#)に示した。被験者は, フォースプレートの上(固い台上: Firm)に身長に応じて定められた位置に足を合わせて立位姿勢をとる。測定は4条件で行う。まず始めにフォースプレート上にて開眼状態で立位姿勢を保つ EO-Firm (eyes open-firm surface) 条件で, 次に閉眼の EC-Firm (eyes closed-firm surface) 条件にて SV の測定を行なう。その後フォースプレートの上にフォームパッド(柔らかい台, 厚さ 13cm: Foam)を乗せ, 同様に開眼 (EO-Form 条件: eyes open- form surface) と閉眼 (EC-Form 条件: eyes closed-form surface) 状態における立位時の SV を計測する。測定中は, 手などで支持することや他者からの補助を受けることもなく, 自分の脚のみで姿勢保持を 10 秒間行なう。上述の4条件のテストはそれぞれ3回ずつ繰り返し行い, 3回の平均値が算出される。それらの値から4条件全ての総合平均 (sway velocity composite: SV Comp) を求め, 静的バランス能を評価とした。SV が小さければ小さいほど安定したバランス能が良いと評価できる。

動的バランス能の指標は, 立位姿勢にて重心の位置を素早く前後左右斜めの8方向に対して身体を傾斜させて, 目標位置へ重心を移動する能力を LOS として評価するものである。測定風景を[動画2](#)に示した。LOS は決められた方向に対してバランスを崩したり, 足を踏み出したり, 手をどこかに支持することなく, また検者に補助などされることもなく, 重心をどれだけ最大限に移動できるかという能力を評価する。また, 画面上で表示する目標位置に対してどれだけ重心を近づけられるかを評価するものでもある。測定では対象者の身長を考慮して設定された目標到達位置 (100%) に対して, どれくらい移動することができたかを相対水準 (%) として求める。LOS の測定項目は, ある目標位置に向かって重心位置を移動させる過程のうち, 初期動作から調節動作に入る前までの初期到達点 (end point excursion: EPE) と, 初期動作に続いて重心位置を最も遠くに移動させた最大到達点 (maximum excursion: MXE), 加えて重心位置を移動させる課題表示から動作が開始されるまでの反応時間 (reaction time: RT) と重心移動速度 (movement velocity: MV), および目標位置まで重心を移動させる際の方向性 (directional control: DCL) が指標とされる。これらの値は静的バランス能と同様に, 8方向での総合評価 (composite) で求め, それぞれ EPEcomp, MXEcomp, RTcomp, MVcomp, DCLcomp とした。この LOS の測定方法は, Rogers et al.(2003)<sup>4)</sup>の方法に準じた。

#### 4) データの比較と分析

本研究は、対象者が一人であるため、著者らが過去に実施してきた邦人高齢者の体力評価に関する論文(竹島ら, 1989; 1996)と、筆者が研究室で保有する高齢男性のバランスデータ、および独立行政法人長寿医療センター・認知症先進医療開発センター・予防開発部(現老年学・社会科学研究所)の老化に関する長期縦断疫学研究(下方浩史部長—現大塚礼室長)の邦人用ノルムを参考として、三浦氏の体力特性について評価した。長期縦断疫学研究は愛知県大府市と東浦町の40歳から79歳までの住民を対象に無作為抽出で医学・心理・運動・身体組成・栄養などの老化・老年病に関わる広い分野から、様々な専門家が協力し詳細な調査データの収集および解析をおこなっており、老化や高齢者の身体機能を知る上で貴重なデータとみられる。

### III. 事例提示と考察

三浦氏の身体特性と $\dot{V}O_2\max$  および筋力、パワー測定の結果を表1に示した。 $\dot{V}O_2\max$  は絶対値では2.1 L/分と比較的高い結果であったが、体重当たりでは25.4 ml/kg/分となり、著者ら(1989)が過去に測定した同年代のランナーにおける予測値(30.5 ml/kg/分)、および中高年ウォーカーの予測値(26.7 ml/kg/分)(竹島ら, 1996)よりやや低値を示した。測定前の予想では、高地で低酸素状態に曝露されることが多い登山家では極めて高い酸素摂取量を有しているであろうと思われたが、実際には平地で週に30kmの歩行や50kmの走行を長期に継続している運動習慣者と同じか、むしろそれよりも低い結果であった。一方、脚伸展パワーの絶対値は890 Wであり、握力は右が42.1kg、左が40.5kgであった。これは、長寿医療センターによる長期縦断疫学研究で示されている年代別平均値と比較すると40歳代に相当する結果となっており、三浦氏の筋力や筋パワーが優れている結果であった。この点はすでに山本が詳細な報告(2003; 2006; 2014)を行っている。

表1 三浦雄一郎氏の身体特性と全身持久性および筋力・パワー

| 項目                    |                         |
|-----------------------|-------------------------|
| 身長                    | 163 cm                  |
| 体重                    | 82.9 kg                 |
| Body Mass Index (BMI) | 31.2 kg/cm <sup>2</sup> |
| $\dot{V}O_2\max$      | 2.11 L/分, 25.4 ml/kg/分  |
| 脚伸展パワー                | 890 W, 10.7 W/kg        |
| 握力                    | 42.1 kg(右), 40.5 kg(左)  |

本研究では、三浦氏が過去に一度も実施していなかったバランス能の結果を図1から図5に示した。著者らは、女性を対象にこれらのバランス能が加齢とともに低下することを既報(Takeshima et al., 2014)で示しているが、本研究では男性60歳以上のデータ(未発表)を元に三浦氏のバランス能について評価した。静的バランス能の指標である重心動揺(SV)は、同年代に比べて明らかに揺れが小さく安定した結果を示した(図1)。また、Choy et al. (2003)によ

る女性ではあるが 20 歳から 80 歳に至る重心動揺の成績をみても、三浦氏の静的バランス能が優れていることが理解できる。一般的には、柔らかい台上で閉眼時の重心動揺が最も大きくなる傾向があり、20 歳代および 30 歳代では 1.48~1.53 deg/sec を示し、その後に揺れが大きくなり、70 歳代では 4.04 deg/sec と大きく低下している。一方、三浦氏はその条件下でも 1.8 deg/sec であり、若年者とほぼ等価になっている。

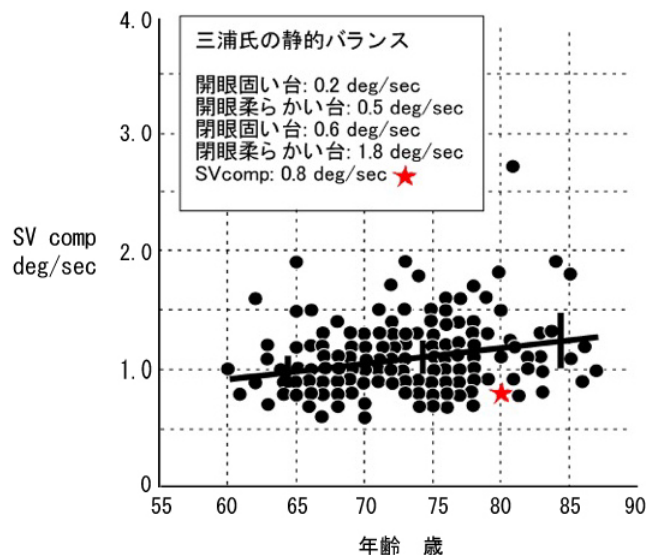


図1. 三浦雄一郎氏の静的バランス (SVcomp)について — 地域在住高齢男性(竹島らのデータ)との比較から

次に、動的バランス指標である LOS の初期到達点 (EPEcomp) を図 2 に示した。この数値が高いことは重心を前後左右に移動させる能力が高いことを意味し、換言すれば転倒しにくいと考えられる。著者らが得た 60 歳代の一般人の平均値と比較しても三浦氏の EPEcomp が明らかに高く、動的バランス能も優れているとみられる。さらに図 3 はテストの際の重心の移動速度、図 4 は課題表示から重心移動を開始するまでの反応時間、図 5 は重心を移動する際の方向性を示しているが、いずれも同年代の値と比較して高い能力を示している。これらの結果からみると、三浦氏のバランス能は静的および動的のいずれも年齢の割には著しく高い能力を有しており、このことが雪、氷、岩など不整地の急な斜面を登下降することが強いられた状況下でも、安全に身体の操作をおこなうことを可能にしているものと推察される。バランス能は、視覚情報の有無、前庭機能、体性感覚機能および筋力、そして脳といった複数の要因から影響を受け、それらが統合された能力である。高齢者では視覚情報を遮断すると直ちにバランス能が低下するなどの結果も明らかであるが、その条件下でも明らかに高い能力を保持していた。これは、日々のトレーニングの効果なのか、または生まれつき三浦氏に備わっている能力なのかは定かでない。高齢者が特別なバランス運動を定期的実施することによって、バランス能が有意に改善するが、レジスタンス運動のみではバランス能の改善は不十分であるとみなしている (Latham et al., 2004)。一方、著者らは先に高齢者において座位でのレジスタンス運動を行わせ、

次に立位でのレジスタンス運動に追加してバランス運動を行わせた複合運動を実施した結果、後者での静的バランス能の改善がより顕著であったことを報告している(Tomiyama et al., 2014)。このように高齢者のバランス能が、トレーニングによって改善することが明らかであるが、プロスキーヤーでもある三浦氏は、若年の頃より長期間、また現在においても日々様々な条件下で雪面上をスキー（山岳スキーも含めて）で滑ることを日常的に行っていることから、恐らく体性感覚は鋭く鍛えられており、さらに高齢になっても筋力トレーニング等を積み重ねたことが相乗効果を生み、80歳になっても登山家として高いバランス能を維持しているのであろう。

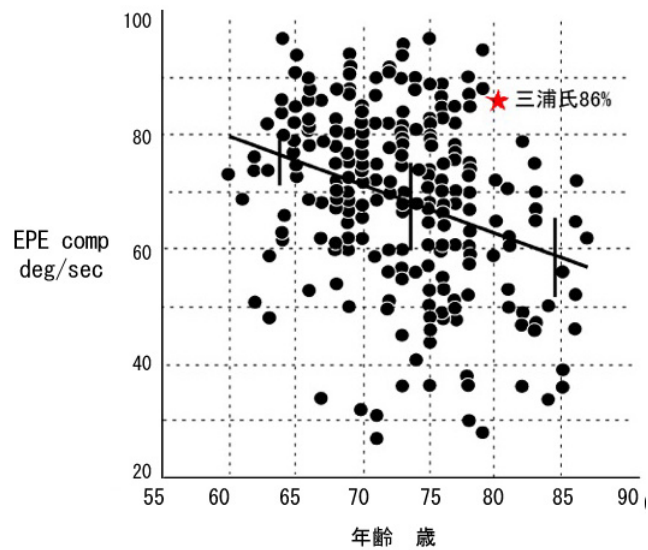


図2. 三浦雄一郎氏の動的バランス（初期到達点: EPEcomp)について - 地域在住高齢男性(竹島らのデータ)との比較から

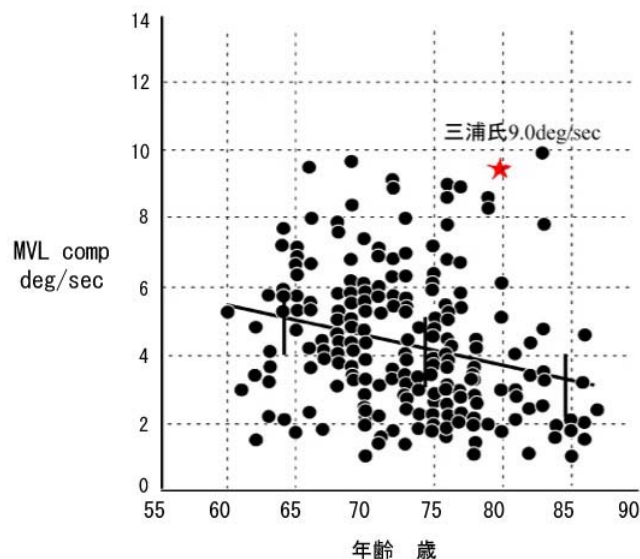


図3. 三浦雄一郎氏の動的バランス（移動速度: MVLcomp)について - 地域在住高齢男性(竹島らのデータ)との比較から



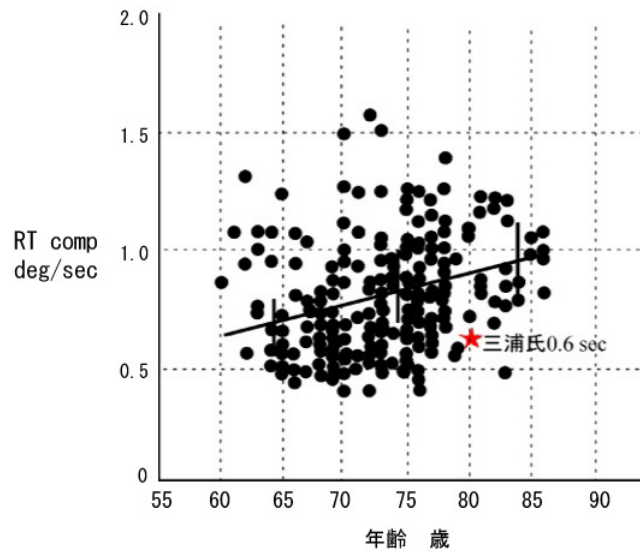


図4. 三浦雄一郎氏の動的バランス (反応時間: RTcomp)について - 地域在住高齢男性(竹島らのデータ)との比較から

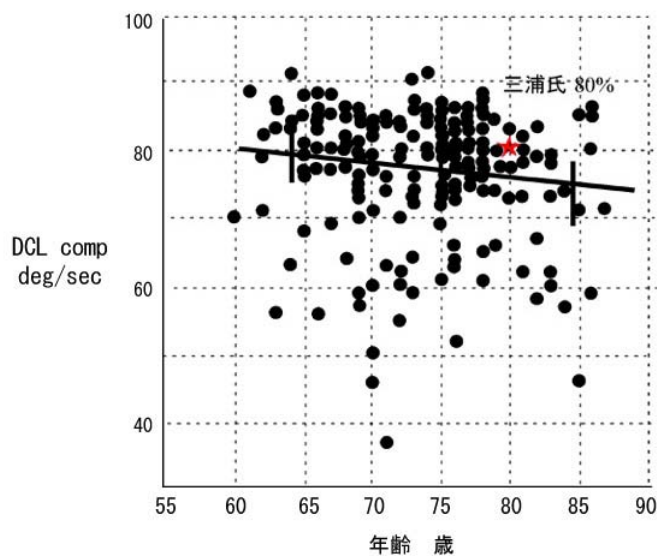


図5. 三浦雄一郎氏の動的バランス (方向制御: DCLcomp)について - 地域在住高齢男性(竹島らのデータ)との比較から

## V. まとめ

元気長寿が最も望まれる今日、80歳になって世界最高峰であるエベレスト登頂を果たした三浦氏は、筋力や筋パワーのみならず高いバランス能を有していることが明らかになった。これまでも高齢者にとっては自立した生活を送る必須条件として、筋力や筋パワーを維持することが重要な体力要素として認識され、それらに対するトレーニングが積極的に薦められてきた。三浦氏が高いバランス能を保有していることを考慮すると、高齢者が転倒しないで移動、昇降するという行為を行う上では、バランス能が非常に重要な要素である。従って、日々の筋力や筋パワーの鍛錬に加え、バランス運動を導入する必要性が改めて認識された。



## 謝辞

本測定にあたり、研究の同意とご協力をいただきました三浦雄一郎氏に深謝いたします。

## 引用文献

- Choy NL, Brauer S, Nitz J. (2003) Changes in postural stability in women aged 20 to 80 years. J Gerontol Med Sci. 58A (6): 525-530
- Islam MM, Nasu E, Rogers ME, Koizumi D, Rogers NL, and Takeshima N. (2004) Effects of sensory and muscular training on balance in Japanese older adults. Prev Med. 39: 1148-55
- Latham NK, Bennett DA, Stretton CM, and Anderson CS. (2004) Systematic review of progressive resistance strength training in older adults. J Gerontol Med Sci. 59A (1): 48-61
- Rogers ME, Rogers NL, Takeshima N, and Islam MM. (2003) Methods to evaluate and improve the physical parameters associated with fall risk in older adults. Prev Med.36: 255-264
- Takeshima N, Islam M M, Rogers ME, Koizumi D Tomiyama N, Narita M, and Rogers NL. (2014) Pattern of age-associated decline of static and dynamic balance in community-dwelling older women. Geriatr Gerontol Int. 14: 556-569
- Tomiyama T, Islam MM, Rogers ME, Koizumi D, and Takeshima N. (2014) Effects of seated vs. standing exercises on strength and balance in community-dwelling older women. Activities, Adaptation & Aging (in press)
- 山本正嘉. (2003) データで見る三浦雄一郎さんの身体とこころ. 岳人, 674: 85-91
- 山本正嘉. (2006) 科学の目で見た三浦雄一郎さんのアンチエイジング. 山と溪谷 851:138-141
- 山本正嘉, 安藤真由子, 三浦豪太. (2014) 70, 75, 80 歳でエベレスト登頂に成功した三浦雄一郎氏の体力特性. 登山医学 34:116-125
- 竹島伸生, 小林章雄, 渡辺丈真, 鷺見勝博, 田中喜代次, 新畑茂充, 小林堯, 宮原満男, 鈴木雅祐, 上田一博, 加藤孝之. (1989) 中高年ランナーの最大酸素摂取量と乳酸性閾値-加齢に伴う変化-. 体力科学 38: 197-207
- 竹島伸生, 田中喜代次, 小林章雄, 渡辺丈真, 中田昌敏. (1996) 長期の歩行習慣が中高年者の全身持久性と活力年齢に及ぼす影響. 体力科学 45:387-394
- 独立行政法人長寿医療センター・認知症先進医療開発センター・予防開発部(現:老年学・社会科学 研究 センター) の 老 化 に 関 す る 長 期 縦 断 疫 学 研 究  
<http://www.ncgg.go.jp/department/ep/staff.html>