

H. 知的財産権の出願・登録状況

なし

厚生科学研究費補助金（長寿科学総合研究事業）（分担）研究報告書
高齢者の健康増進のための運動指導マニュアル作成に関する研究
— 健常高齢者の呼吸循環器系、筋骨格系機能向上のための運動指導マニュアルに関する研究 —

分担研究者 樋口 満 独立行政法人国立健康・栄養研究所 健康増進研究部 部長

ローイング（ボート漕ぎ）のトレーニングを行っている高齢男性は、運動習慣のない高齢者に比べて脚の伸展筋横断面積が大きく、脚伸展力も高いことが示された。また、高齢者における座位で腕・脚を動員するローイング運動中の心拍応答は、立位で主として脚を動員するランニングに比べて低い。ローイング中の酸素摂取量はランニング中よりも、最大下、最大時とも高くなっていた。よって、ローイング運動を高齢者に運動処方する際に、心拍数を運動強度の指標として用いるには生理学的な配慮が必要であることが明らかになった。さらに、低スキルの中老年女性はスイミング・トレーニングによる持久性体力の向上に長い期間を要するが、4年間スイミングを継続すると高スキルの高齢スイマーと同様なレベルにまで持久性体力が向上することが示された。

A. 研究目的

本分担研究においては、とくに日常生活に不自由のない健常な高齢者を対象として、運動・スポーツ指導による身体諸機能の変化について検討を加えることによって、「高齢者の健康増進のための実践的運動指導マニュアル作成」に寄与し、生活習慣病の予防のみならず、高齢者のQOL向上を計る。

本年度においては、スイミングのような有酸素運動、あるいはローイングのようなレジスタンス運動の要素をもった有酸素運動を継続的に行っている健康な中老年者を対象として、積極的な運動・スポーツ参加が、骨格筋量、筋力、呼吸循環器系機能に及ぼす影響について観察するとともに、高齢者の運動処方における生理学的配慮についても検討し、高齢者の健康増進のための運動指導マニュアル作成における情報を提供することを目的として研究を行っている。

B. 研究方法

研究1. ローイング・トレーニングが中老年男性の骨格筋の形態と機能に及ぼす影響

被検者：ローイング（ボート漕ぎ）を日常規則的に行っている中老年男性ボート愛好者 15 人（年齢 65 ± 3 歳、身長 171 ± 4 cm、体重 68 ± 6 kg）、と体格をマッチさせた同一年齢層の運動習慣のない高齢男性 15 人（ 66 ± 4 歳、身長 170 ± 4 cm、 67 ± 7 kg）を対象とした。

身体組成の測定：身体組成は空気置換法（BOD POD System, Life Measurement Instruments, Concord, Calif., USA）により身体密度を求めて体脂肪率を算出した。

脚断面積の測定：大腿部の横断面積（CSA）をMRI（AIRIS II Comfort System 0.3-T, Hitachi Medico Co., Tokyo, Japan）により測定し、NIH Image Software にて解析した。

脚筋力の測定：両脚による最大伸展パワーを Anaeropress 3500(Combi Co.,Tokyo,Japan) により測定した。

研究 2. 高齢者におけるエルゴメトリー・ローイング中の心拍数(HR)応答

被検者：15 人の男性ローイング愛好者（年齢：62 ±3 歳、身長：172±4cm、体重：70±5kg、体脂肪率：17±4%、平均±SD）を対象とした。

運動負荷テスト：エルゴメトリー・ローイング（座位での腕と脚を併用した運動）とトレッドミル・ランニング（立位での脚を用いた運動）における酸素摂取量 (Vo₂) と HR を評価した。ローイング・エルゴメータ (Concept II model C, Morrisville,VT,USA) とトレッドミルによる負荷漸増法により、最大下と最大時の Vo₂ を求めた (Respiromonitor RM-300I, Minato Medical Science Co.,Tokyo,Japan)。運動負荷中に心拍数(HR)をモニターし、最大下と最大時の心拍数(HR)を求めた (Nihon Kohden Co.,Tokyo,Japan)。各最大下と最大時に指先から微量採血を行い、血中乳酸濃度を分析した (1500 Analyzer, Yellow Springs,OH,USA)。

研究 3. スイミング・トレーニングが中高年女性の呼吸循環器系機能に及ぼす効果

運動習慣のなかった中高年女性で、4 年間のスイミング・トレーニングを行った 15 名をスイミング開始時点でのスキルによって 2 群に分類し、Vo₂max に及ぼすトレーニング効果を検討した。被検者：研究開始時点での高スキル群は年齢 54 ±7 歳、身長 155±6cm、体重 52±8kg、Vo₂max 32.4±4.1ml/kg/min、平均±SD)、低スキル群は 56 ±5 歳、153±5cm、53±5kg、30.8±2.1ml/kg/min であった。

身体組成の測定：上腕背部と肩胛骨下部の皮脂厚を栄研式キャリパーにて計測し、長嶺・鈴木の式

を用いて身体密度を算出後、Brozek の方法により体脂肪率を推定した。

運動負荷テスト：トレッドミルによる歩行と走行による負荷漸増法により最大酸素摂取量 (Vo₂max) を測定した。

トレーニング・プロトコール：国立健康・栄養研究所においては水泳教室を週に 2～3 回開催している。1 回のトレーニング時間は 1.5 時間であり、ウォーミングアップ、ストレッチを行った後、中高年女性は、水泳距離にして 1,000～1,600m を泳いだ。トレーニング期間は 4 年間である。

(倫理面への配慮)

いずれの研究も、ヘルシンキ宣言による倫理基準に則り、独立行政法人国立健康・栄養研究所「人間を対象とする生物医学的研究に関する倫理委員会」の承認を得て実施した。測定に先だって、被検者に対して、本研究の意義や各種測定に際しての不利益の可能性、具体的な測定内容、被検者としての権利の擁護などについて十分に説明し、文書によるインフォームド・コンセントを得た。

C. 研究結果

研究 1. ローイング・トレーニングが中高年男性の骨格筋の形態と機能に及ぼす影響

高齢ローイング愛好者の大腿伸展筋群の横断面積は非運動グループよりも明らかに大きく (77.8 ±5.4 vs. 68.4±5.1 cm²)、脚伸展力も著しく高い値であった (1,624±217 vs. 1,296±232 W)。大腿伸展筋群の横断面積(X)と脚伸展力(Y)の間には高い正の相関関係が認められた (Y=29.1X - 668, R²=0.54)。しかし、脚伸展筋群横断面積当たりの脚伸展力には、両グループ間に差がみられなかった (20.9±2.0 vs. 19.9±2.1 W/cm²)。また、高齢ローイング愛好者の大腿伸展筋群の横断

面積 (X) と 2000m ローイング・パフォーマンスタイム (sec) (Y) との間にも高い負の相関関係が認められた ($Y = -1.6X + 619$, $R^2 = 0.40$)。本研究により、ローイング運動は加齢に伴う骨格筋の萎縮を予防し、筋力を高い水準に保持させる働きがあることが示唆された。

研究 2. 高齢者においては、運動強度はしばしば心拍数 (HR) あるいは最高心拍数に対する比率 (%HRmax) を基本に決定される。本研究では 15 人の中高年者ローイング愛好者を対象として、エルゴメトリー・ローイング (座位での腕と脚を併用した運動) とトレッドミル・ランニング (立位での脚を用いた運動) における酸素摂取量 (Vo2) と HR を評価した。エルゴメトリー・ローイング中の HR は、トレッドミル・ランニング中に比べて、血中乳酸濃度が 4 mmol/L レベル (151 ± 4 beats/min vs. 160 ± 5 beats/min, $P < 0.05$)、及び最大強度レベル (171 ± 7 beats/min vs. 177 ± 7 beats/min, $P < 0.05$) において、より低い水準であった。

また、Vo2 は血中乳酸濃度が 4mmol/L (3.0 ± 0.4 L/min vs. 2.7 ± 0.4 L/min, $P < 0.05$)、及び最大強度 (3.4 ± 0.4 L/min vs. 3.1 ± 0.3 L/min, $P < 0.05$) において、エルゴメトリー・ローイングがトレッドミル・ランニングよりも高くなっていた。よって、エルゴメトリー・ローイング中の %HRmax、%HR reserve はトレッドミル・ランニング中よりも低くなっていた。これらの結果は、高齢者に対するローイングによる運動処方においては、HR と Vo2 の関係、及びローイングにおける低 HR 応答が考慮されなければならないことを示唆している。

研究 3. 1 回に 1 時間程度、週に 1 回以上のスイミング・トレーニングを行った中高年女性を対象として、Vo2max を長期に観察したところ、スイミング・スキル (水泳の技術) が劣っているグル

ープでは、その上昇に長い期間が必要であり、1 年目、2 年目では明らかにスキルが高いグループの Vo2max 上昇が顕著であり、スキルが低いグループは 1 年間でのスイミング・トレーニングでは十分な Vo2max の上昇はみられなかった。しかし、2 年目では明らかに Vo2max が上昇し、4 年間ではスキルも著しく向上して、スイミング教室参加当初からスキルの高いグループと Vo2max がほぼ同レベルにまで上昇した (低スキル群: 開始時点 31 ± 2 , 1 年後 32 ± 3 , 2 年後 34 ± 4 , 4 年後 36 ± 3 ml/kg/min, 高スキル群: 開始時点 32 ± 4 , 1 年後 35 ± 5 , 2 年後 37 ± 4 , 4 年後 37 ± 4 ml/kg/min.)。

D. 考察

研究 1. これまでの研究からローイング (ボート漕ぎ) は脚、腕、及び体幹を含む身体のほとんどすべての筋肉を動員して行われる有酸素性の運動であることが明らかになっている。一方、ローイングはレジスタンス運動の効果も期待できる運動である。

平成 13 年度に行った高齢ボート愛好者の呼吸循環器系機能と脂質代謝プロフィールに焦点を当てた本研究から、ローイング・トレーニングを日常規則的に行っている高齢者は、最大有酸素性能力が運動習慣のない若齢一般人と同レベルであり、高齢の一般人よりも顕著に高く保持されていると同時に、動脈硬化、冠動脈疾患のリスクが低いことが示され、長期のローイング・トレーニングが有酸素運動としての効果を示すことが示唆された。

本年度はローイング・トレーニングのレジスタンス運動としての効果を検討するために、MRI による大腿伸展筋群の断面積と脚伸展パワーに注目して比較研究を行った。

ローイング愛好者は運動習慣のない一般高齢者

よりも脚伸展筋の断面積が大きく、脚伸展パワーも高いことが明らかになると共に、脚伸展筋断面積と脚伸展パワーとの間には高い相関関係が認められ、ローイング運動のレジスタンス運動効果が示唆された。

研究2. 一般に、競技スポーツとしてのローイングは、非常にきつい運動と考えられているが、レクリエーションにローイング運動を行う高齢者は、各ストロークのスピードと強度を変化させることにより、ローイングの強度を容易に調節することができ、呼吸循環器系の機能に適度な負担をかけることができるので、高齢者の健康増進を目的とした運動指導にはローイングが効果的であると考えられる。

しかし、高齢者を対象としたローイング運動における生理学的応答については、必ずしも十分に研究されていない。すでに昨年度、若年者を対象として、漸増負荷によるローイング中とランニング中の心拍数と Vo_2 の応答について検討し、ローイングはランニングよりも Vo_{2max} が高く、同一相対強度でも、より高い Vo_2 を示すが、心拍数は低くなるので、心拍数を強度の指標として運動処方をする場合には、配慮が必要であることを述べた。本研究によって、高齢者を対象としたローイングの場合でも、若年者と同様なことが確認された。

研究3. スイミングはウォーキングやジョギングのように誰にでも簡単にできる運動・スポーツではない。スイミングを効果的に行うにはスイミング・スキルの習得が不可欠であり、それには習熟した指導者の存在と、継続が欠かせない。本研究では、長期間にわたってスイミング教室に通った中高年女性について、その初期段階におけるスキルに注目し、呼吸循環器系機能のトレーニング効果を検討した。その結果、低スキルの中高年女性

が高い Vo_{2max} を獲得するには週に1、2回のスイミング・トレーニングを2年程度行うことが必要であるが、その間に技術が上達して、4年後には、上級者と同レベルの Vo_{2max} を獲得することができることが示された。

E. 結論

高齢女性においては、スイミング技術を身につけ、それを継続すれば、年齢に関わらず、呼吸循環機能が向上することが明らかとなった。また、ローイング・トレーニングは高齢男性の骨格筋量を高め、筋パワーを向上させることが明らかとなった。さらに、高齢者にローイング運動を処方する際には、ランニングとは異なる心拍応答に注意を払う必要があることが明らかとなった。

F. 研究発表

1. 論文発表

①Yoshiga C., Higuchi M.:Heart rate is lower during ergometer rowing than during treadmill running. *European Journal of Applied Physiology* 87:97-100,2002.

② Yoshiga C.,Higuchi M., Oka J.:Serum lipoprotein cholesterols in older oarsmen. *European Journal of Applied Physiology* 87:228-232, 2002.

③Yoshiga C.,Higuchi M.,Oka J.:Rowing prevents muscle wasting in older men. *European Journal of Applied Physiology* 88:1-4,2002.

④ Inayama T.,Oka J.,Kashiba M.,Saito M.,Higuchi M.,Umegaki K.,Yamamoto Y.,Matsuda M.:Moderate physical exercise induces the oxidation of human blood protein thiols. *Life Sciences* 70:2039-2046,2002.

⑤ Inayama T.,Kashiba M.,Oka J.,Higuchi

M., Umegaki K., Saito M., Yamamoto Y., Matsuda M.: Physical exercise induces oxidation of plasma protein thiols to cystein mixed disulfides in humans. *Journal of Health Science* 48:399-403, 2002.

⑥ Kimura M., Umegaki K., Kasuya Y., Sugisawa A., Higuchi M.: The relation between single/double or repeated tea catechin ingestions and plasma antioxidant activity in humans. *European Journal of Clinical Nutrition*. 56:1-8, 2002.

⑦ Wu J., Wang X. X., Chiba H., Higuchi M., Takasaki M., Ohta A., Ishimi Y.: Combined intervention of exercise and genistein prevented androgen deficiency-induced bone loss in mice. *Journal of Applied Physiology* 94:335-342, 2003.

⑧ 薄井澄登子, 岡 純, 山川 純, 佐々木由美, 樋口 満: 閉経後中高年女性の基礎代謝量に及ぼす身体組成の影響. *体力科学* 52(2): 印刷中, 2003.

⑨ 樋口 満: スポーツ選手のサプリメント摂取—コンディション維持とパフォーマンス向上のために—. *栄養学雑誌* 60:167-172, 2002.

⑩ 樋口 満: 運動と食生活. *予防医学* (財団法人神奈川県予防医学協会) 第44号, pp. 71-76, 2002.

⑪ 樋口 満 (分担執筆): II 疾患別運動療法とそのプログラム ⑤ 高脂血症. 佐藤祐造編著、高齢者運動処方ガイドライン、南江堂、2002.

⑫ 樋口 満 (分担執筆): 27. 生活習慣病の予防のための身体活動の有用性と限界. 荒川泰行・中澤三郎 編集、*消化器病セミナー* 89, へるす出版、2002.

2. 学会発表

① 樋口 満: シンポジウム「サプリメント (保健機能食品を含めて) の活用について」1. スポー

ツ栄養の立場から. 第9回日本健康体力栄養研究回, 3.23, 2002, 松戸

② 樋口 満: シンポジウム『身体活動の増進とヘルスプロモーション』運動習慣・食生活と脂質代謝. ILSI CHP Japan, 5.21.2002, 東京

③ Higuchi M., Yamakawa J., Tanaka-Takeuji S., Sekine T., Oka J., Takimoto H., Ezaki O.: Effect of swimming training on maximal aerobic capacity of middle-aged and elderly women. *The Sixth IOC World Congress on Sport Sciences*, 5.28..2002, St. Louis, MO, U.S.A.

④ Kimura M., Kobata T., Inoue K., Hasegawa I., Higuchi M.: The relationship between carotenoid status and green and yellow vegetables intake in young soccer players. *American College of Sports Medicine 49th Annual Meeting*, 5.31.2002, St. Louis, Mo, U.S.A.

⑤ Suzuki M., Hodumi N., Kimura M., Terada S., Higuchi M.: Effects of exercise intensity (EI) and angiotensin-converting enzyme-inhibitor (ACE-1) on diabetic nephropathy (DN) in OLETF rats. *American College of Sports Medicine 49th Annual Meeting*, 6.1.2002, St. Louis, MO, U.S.A.

⑥ Yoshiga C., Oka J., Higuchi M.: Older oarsmen have a higher cardio-respiratory function than sedentary young men. *American College of Sports Medicine 49th Annual Meeting*, St. Louis, MO, U.S.A.

⑦ 呉 堅, 王新祥, 千葉大成, 樋口 満, 高寄みさお, 太田篤胤, 石見佳子: 精巣摘出マウスの骨量減少に対する運動と大豆イソフラボンの併用効果. 第56回日本栄養・食糧学会 7.21.2002, 札幌

⑧ 呉 堅, 王新祥, 山田和彦, 樋口 満, 江崎 治, 石見佳子: 大豆イソフラボンと運動の併用は骨代謝ばかりでなく脂質代謝も改善する. 第20回日本

骨代謝学会 7.26.2002, 岡山

⑨中谷 昭,南岡宏樹,坂田 進,樋口 満: 知己の高脂肪食摂取がグリコーゲンローディングに及ぼす影響. 第10回日本運動生理学会大会 7.25.2002, つくば

⑩橋 完太,谷代一哉,樋口 満: ローイングにおける身体各部の発揮パワーと筋断面積との関係. 第10回日本運動生理学会大会 7.26.2002, つくば

⑪鈴木政登,穂積典子,清野哲也,木村真規,寺田 新,樋口 満: ラット最大酸素摂取量 (Vo₂max) および骨格筋酵素活性に及ぼすトレーニング強度の影響. 第10回日本運動生理学会大会 7.26.2002, つくば

⑫吉賀千恵,樋口 満,岡 純: 座位・上肢下肢を同時に使用するローイング運動における高齢者の心拍数. 第10回日本運動生理学会大会 7.26.2002, つくば

⑬樋口 満: シンポジウム I 「高齢者運動処方—理論と実際—」 1. 高齢者の生理機能. 第57回日本体力医学会大会, 9.28.2002, 高知

⑭樋口 満: 2001 年度学会賞授賞論文・授賞講演「水泳運動が閉経後女性の有酸素性能力と血中脂質・リポ蛋白プロフィールに及ぼす影響」. 第57回日本体力医学会大会, 9.28.2002, 高知

⑮樋口 満,吉賀千恵,岡 純: 中高年男性ローイング愛好者の血中脂質・リポ蛋白プロフィール. 第57回日本体力医学会大会, 9.29.2002, 高知

⑯薄井澄誉子,岡 純,山川 純,樋口 満: 閉経後中高年女性の運動習慣・基礎代謝量・身体組成の関係. 第57回日本体力医学会大会, 9.28.2002, 高知

⑰岡 純,薄井澄誉子,山川 純,樋口 満: 閉経後中高年女性の運動習慣・身体組成と糖質・脂質代謝. 第57回日本体力医学会大会, 9.28.2002, 高知

⑱小川貴志子,岡 純,山川 純,樋口 満: 一過性運動に対する高齢者の免疫反応についての研究.

第57回日本体力医学会大会, 9.29.2002, 高知

⑲樋口 満,竹宇治聡子: 水を楽しむ一中高年からのスイミング. セミナー・プログラム「食」と「体」を育む健康スタイル. 10.13.2002, 熊本

⑳樋口 満: 競技力向上のためのスポーツ栄養最前線. 日本体育学会第53回大会, 10.14.2002, さいたま市

㉑樋口 満: 教育講演 I 「スポーツ医学の生理・生化学」 生理学. 第13回日本臨床スポーツ医学会学術集会, 11.2.2002, 名古屋

㉒ Wu J, Mu G, Yamada K, Higuchi M, Ezaki O, Ishimi Y: Combined intervention of soy isoflavone and a moderate exercise prevents bone loss and hypercholesterolemia in ovariectomized mice. 日中医学大会, 11.4.2002, 北京

㉓樋口 満: 日本栄養改善学会・学会賞受賞講演「スポーツ栄養に関する研究」. 第49回日本栄養改善学会学術総会 11.13.2002, 宜野湾

㉔田口素子,石田良恵,岡 純,樋口 満: 女性ランナーの基礎代謝量に及ぼす月経状況の影響. 第49回日本栄養改善学会学術総会 11.13.2002, 宜野湾

H.知的財産権の出願・登録状況

なし

半健康高齢者の筋機能向上のための運動指導マニュアル作成に関する研究

分担研究者 勝村俊仁

東京医科大学衛生学公衆衛生学教室

研究要旨 加齢により身体機能や運動パフォーマンスが低下することは良く知られている。そこで本研究では、加齢による全身持久力の低下と活動筋の酸素動態との関係を明らかにすることを目的とした。その結果、加齢と全身持久力および活動筋有酸素性代謝能との間に関連があることが認められた。さらに、この活動筋有酸素性代謝能の低下は、年齢よりも全身持久力の方により深く関連していることが確認された。

研究協力者

浜岡隆文 鹿屋体育大学スポーツ科学講座・教授
村瀬訓生 東京医科大学衛生学公衆衛生学教室・
講師
長田卓也 東京医科大学衛生学公衆衛生学教室・
助手

A. 研究背景および研究目的

加齢によって身体機能や運動パフォーマンスが低下することは良く知られている (J Appl physiol 35:649-655, 1973)。この身体機能や運動パフォーマンスの低下は、骨格筋体積の減少や骨格筋有酸素性代謝能の低下 (J Physiol 526:211-217, 2000) に大きく関連している。この骨格筋有酸素性代謝能の規定因子として筋線維タイプ組成、酸化系酵素活性および酸素供給能が上げられる。我々はこれまでに、リン 31 磁気共鳴分光法 (³¹P-MRS) を用いて、加齢に伴う骨格筋有酸素性代謝の変化を横断的に測定し、中高年群の局所運動時の活動筋の有酸素性代謝能は若年群と比較して有意に低下していることを報告した (東医大誌 53(2):166-174, 1995)。Cogganら (J Gerontol Biol

Sci 46B:71-76, 1992) は、腓腹筋の β -HAD と CS 活性および SDH 活性が、若年者群に比べ高齢者群の方が 25%低下していることを報告している。また、毛細血管密度の低下 (J Gerontol Biol Sci 46B:71-76, 1992) や血管壁の肥厚化 (Cardiovasc Res 37:247-253, 1998) が加齢によって引き起こされることも示されている。Olive ら (Dyn Med <http://www.dynamic-med.com/content/1/1/2>, 2002) は、高齢者の 10 分間の動脈血流遮断後の血流回復時間は若年者より有意に遅延することから、高齢者の血管反応性は低下していることを明らかにしている。これら組織の血管構造や機能の低下は活動筋への酸素供給の減少を引き起こし、その結果として骨格筋有酸素性代謝能および全身持久力に影響を与えられられる。そこで、本年度の研究では、加齢による全身持久力の低下と筋有酸素性代謝能との関係を明らかにすることを目的とした。

B. 研究方法

23 歳から 77 歳の東京医科大学病院健康スポーツ医学外来受診者 55 名 (男性 31 名, 女性 24 名)

(表 1)を対象に自転車エルゴメーターによる症候限界性最大運動負荷試験をランプ負荷法にて実施した。運動負荷のプロトコールは被検者の年齢、体重および運動習慣などの情報より 10 分程度で運動を終了するように 20watt/min, 15watt/min, 10watt/min のいずれかを用いた。安静時および運動負荷試験中の心拍数 (HR) は、ストレステストシステム (Case8000 GE マルケットメディカルシステム社) を用いて測定し、換気指標は、心肺機能測定装置 (AE300 ミナト医科学社) を用いて breath by breath 法にて測定した。運動中の HR と全身酸素摂取量 ($\dot{V}O_2$) の最大値を、それぞれ最高心拍数 (HRpeak), 最高酸素摂取量 ($\dot{V}O_{2peak}$) とし、無酸素性作業閾値 (VT) は V スロープ法にて決定し、VT 時の $\dot{V}O_2$ ($\dot{V}O_{2vt}$) を算出した。同時に安静時および運動負荷試験中の外側広筋 (VL) および腓腹筋外側頭 (GC) の酸素動態を近赤外分光装置 (NIRS: HEO200 オムロン社) にて測定し、自転車運動終了後の VL および GC の酸素化ヘモグロビン/ミオグロビン (Hb/MbO₂) の 1/2 回復時間 (t1/2) を筋有酸素性代謝能として評価した (図 1)。t1/2 に影響を与える因子を検討するために、t1/2 を従属変数とし、目的変数を年齢, HRpeak, $\dot{V}O_{2peak}$, $\dot{V}O_{2vt}$ としてステップワイズ法による重回帰分析を行った。

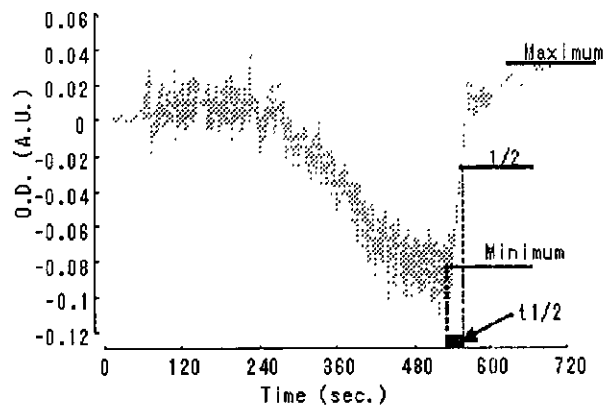


図 1 漸増負荷自転車運動中および回復時の筋酸素動態

表 1 対象者の年代別身体特徴

| | 人数 | 年齢 (歳) | 身長 (cm) | 体重 (kg) |
|--------|----|-----------|------------|------------|
| 20・30代 | 6 | 29.5±2.8 | 168.0±4.2 | 63.3±4.3 |
| 40代 | 10 | 44.6±1.0 | 164.5±2.3 | 69.3±6.6 |
| 50代 | 15 | 54.5±0.7 | 159.2±3.0 | 62.8±2.9 |
| 60代 | 15 | 64.5±0.7 | 161.7±2.5 | 63.6±3.4 |
| 70代 | 9 | 73.0±0.9 | 160.1±2.4 | 59.4±3.1 |
| | | | | Mean±SE |

C. 結果

全身持久力の指標である HRpeak および $\dot{V}O_{2peak}$ は、加齢に伴い低下する傾向を示し (表 2), 年齢と $\dot{V}O_{2peak}$ および HRpeak との間にはそれぞれ, $r=-0.592$, $r=-0.626$ の有意な ($p<0.001$) 負の相関が認められた (表 3). t1/2 の値は VL, GC ともに加齢に伴い延長する傾向を示し (表 2), 年齢との間に $r=0.562$, $r=0.569$ の有意な ($p<0.001$) 正の相関がみられた (表 3, 図 2). また, t1/2 と $\dot{V}O_{2peak}$ との間にも VL, GC それぞれに $r=-0.595$, $r=-0.653$ の有意な ($p<0.001$) 負の相関が示され (表 3, 図 3), $\dot{V}O_{2vt}$ との間にも VL, GC それぞれ $r=-0.548$, $r=-0.653$ の有意な ($p<0.001$) 負の相関がみられた (表 3). さらに, t1/2 と HRpeak との間にも同

様に VL, GC それぞれ, $r=-0.529$, $r=-0.455$ の有意な ($p<0.001$) 負の相関が認められた (表 3)。また, これら 5 項目をステップワイズ法による重回帰分析にて検討した結果, VL, GC とともに $t_{1/2}$ と有意な関連性が認められたのは, 年齢と $\dot{V}O_{2peak}$ であった。標準回帰係数は年齢と VL で $r=0.307$, $p<0.05$, GC で $r=0.284$, $p<0.05$ であり, $\dot{V}O_{2peak}$ と VL で $r=-0.433$, $p<0.001$ であり, GC で $r=-0.482$, $p<0.001$ であった (表 4)。

表2 各年齢別の最高酸素摂取量と1/2回復時間

| | HRpeak | $\dot{V}O_{2peak}$ | $\dot{V}O_{2vt}$ | $t_{1/2}$ (秒) | |
|--------|------------|--------------------|------------------|---------------|----------|
| | (beat/min) | (ml/kg/min) | (ml/kg/min) | VL | GC |
| 20・30代 | 184.7±10.8 | 47.9±4.7 | 25.9±4.4 | 22.8±1.3 | 24.2±3.2 |
| 40代 | 158.9±17.8 | 30.1±4.1 | 16.8±1.6 | 33.2±5.6 | 41.0±4.9 |
| 50代 | 156.3±12.7 | 28.6±3.6 | 17.5±1.9 | 33.1±2.5 | 39.5±2.6 |
| 60代 | 141.4±18.3 | 27.0±1.5 | 16.9±1.2 | 40.6±4.9 | 43.8±3.7 |
| 70代 | 139.7±21.6 | 19.2±2.0 | 13.8±1.1 | 60.1±7.0 | 64.6±8.1 |

VL: 外側広筋, GC: 腓腹筋

Mean±SE

表3 年齢, HRpeak, $\dot{V}O_{2peak}$, $\dot{V}O_{2vt}$, $t_{1/2}$ の単相関

| | 年齢 | HRpeak | $\dot{V}O_{2peak}$ | $\dot{V}O_{2vt}$ | $t_{1/2}$ VL | $t_{1/2}$ GC |
|--------------------|--------|----------|--------------------|------------------|--------------|--------------|
| 年齢 | 1 000 | -0.626** | -0.592** | -0.448* | 0.562** | 0.569** |
| HRpeak | -0.626 | 1.000 | 0.619** | 0.400* | -0.529** | -0.455* |
| $\dot{V}O_{2peak}$ | -0.592 | 0.619 | 1.000 | 0.876** | -0.595** | -0.653** |
| $\dot{V}O_{2vt}$ | -0.448 | 0.400 | 0.876 | 1.000 | -0.548** | -0.636** |
| $t_{1/2}$ VL | 0.562 | -0.529 | -0.595 | -0.548 | 1.000 | 0.878** |
| $t_{1/2}$ GC | 0.569 | -0.455 | -0.653 | -0.636 | 0.878 | 1.000 |

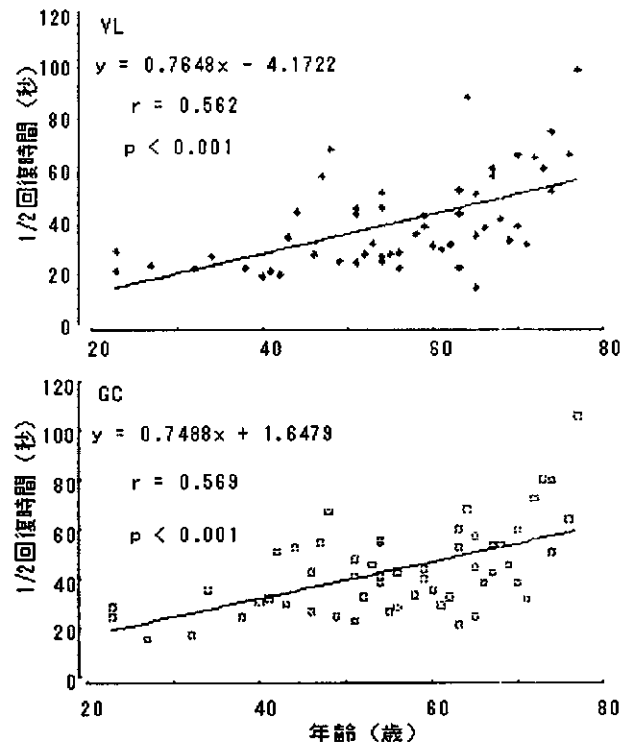


図2 年齢と1/2回復時間の関係

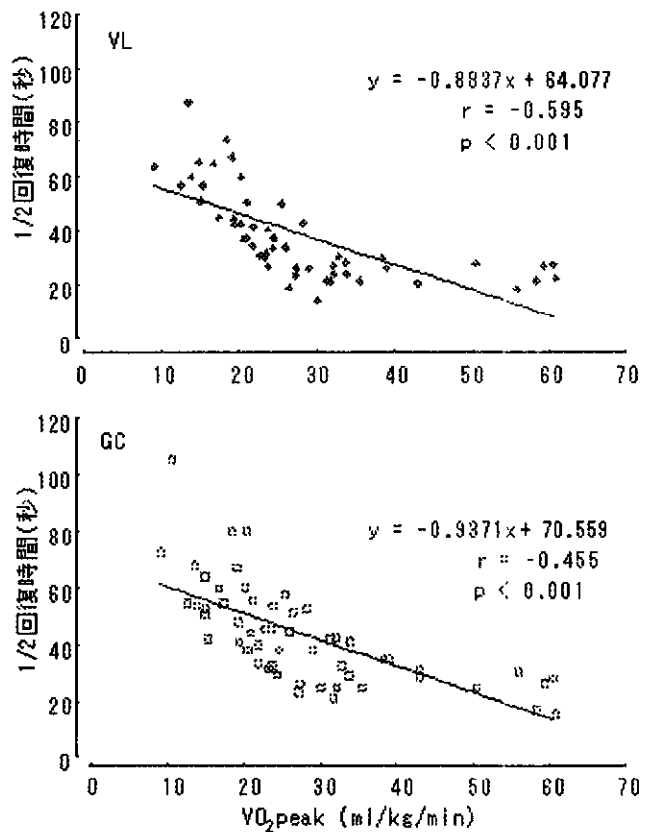


図3 $\dot{V}O_{2peak}$ と1/2回復時間との関係

表4 外側広筋および腓腹筋の1/2回復時間の重回帰分析

| 説明変数 | 標準回帰係数 | 95%信頼区間 | | |
|----------------------|--------|-----------|--------|--------|
| | | 下限 | 上限 | |
| 年齢 | 外側広筋 | 0.307 * | 0.054 | 0.724 |
| | 腓腹筋 | 0.284 * | 0.036 | 0.704 |
| VO ₂ peak | 外側広筋 | -0.433 ** | -0.958 | -0.232 |
| | 腓腹筋 | -0.482 ** | -1.044 | -0.320 |

* p<0.05 ** p<0.001

D. 考察

先行研究 (J Appl Physiol 35:649-655, 1973; J Physiol 526:211-217, 2000) と同様に本研究においても、全身持久力の指標である $\dot{V}O_{2peak}$ が加齢に伴って低下することが確認された。本研究では、運動終了直後の Hb/MbO₂ の t1/2 は、年齢との間に有意な関連がみられ、加齢により筋有酸素性代謝能は低下することが示された。また、 $\dot{V}O_{2peak}$ と VL および GC の t1/2 との間にも有意な関連がみられたことから、全身持久力と筋有酸素性代謝能との間に関連があることが示唆された。さらに、t1/2 に最も強く影響を与える因子を検討するために、年齢、HRpeak、 $\dot{V}O_{2peak}$ 、 $\dot{V}O_{2vt}$ を目的変数としたステップワイズ法による重回帰分析を行った。その結果、VL、GC とともに年齢および $\dot{V}O_{2peak}$ との間に有意な関連が認められた。しかし、年齢よりも $\dot{V}O_{2peak}$ の方がより標準回帰係数が大きかったことより筋有酸素性代謝能は、年齢よりも $\dot{V}O_{2peak}$ に強く関連していることが明らかにされた。これらのことより、加齢に対して有酸素トレーニングを行うことによって全身持久力および末梢組織における有酸素性代謝能の低下をある程度予防できる可能性が示唆された。

E. 結論

加齢と全身持久力および活動筋の有酸素性代謝能との間に関連があることが認められた。さらに、この活動筋有酸素性代謝能の低下は、年齢よりも全身持久力により深く関連していることが確認された。

F. 健康危険情報

特になかった。

G. 研究発表

1. 論文発表

- 1) 桑森真介, 春日井淳夫, 手塚政孝, 射手矢岬, 黒澤裕子, 浜岡隆文, 勝村俊仁, 柔道選手の間欠的 maximum 自転車運動時におけるパフォーマンスおよび等速性大腿筋力に及ぼすクレアチン経口補給の効果. 講道館柔道科学研究会紀要 9: 109-118, 2002.
- 2) Osada, T., Katsumura, T., Hamaoka, T., Murase, N., Naka, M., Shimomitsu, T. Quantitative effects of respiration on venous return during single knee extension-flexion. Int J Sports Med 23 (3): 183-190, 2002.
- 3) Higuchi, H., Hamaoka, T., Sako, T., Nishio, S., Kime, R., Murakami, M., Katsumura, T. Oxygenation in vastus lateralis and lateral head of gastrocnemius during treadmill walking and running in humans. Eur J Appl Physiol 87: 343-349, 2002.
- 4) 村瀬訓生, 勝村俊仁. 学童期の生活と身体運動 (特集: 小児科医が担うヘルスプロモーション). 小児内科 34 (8): 1260-1263, 2002.
- 5) Kofune, K., Katsumura, T. Changes in several

lysosomal enzymes in plasma and skeletal muscle after the strenuous exercise. *Adv Exerc Sports Physiol* 8: 63-69, 2002.

- 6) 村瀬訓生、勝村俊仁、上田千穂子、井上茂、下光輝一. 身体活動量の国際標準化_IPAQ 日本語版の信頼性、妥当性の評価_厚生指標. 49 (10): 1-9, 2002.
 - 7) Ueda C, T., Hamaoka, T., Murase, N., Sako, T., Murakami, M., Kime, R., Homma, T., Nagasawa, T., Samejima, M., Ichimura, S., Moriguchi, T., Katsumura, T. Food Intake increases resting muscle oxygen consumption as measured by near-infrared Spectroscopy. *Eur J Sport Sci* 2002.
 - 8) 芳賀脩光、衣笠隆、武政徹、江崎和希、赤萩栄一、小見山高士、浜岡隆文、勝村俊仁、木崎節子、大野秀樹. 中高年のトレッドミル歩行時における筋内酸素動態 脈管学 42: 13-19, 2002.
 - 9) 佐古隆之、浜岡隆文、勝村俊仁. 近赤外線分光法を用いた骨格筋エネルギー代謝研究の現状 脈管学 42: 74-78, 2002.
- ## 2. 学会発表
- 1) 浜岡隆文、勝村俊仁. 超持久運動(トライアスロン)の生体への影響(シンポジウム: 異常環境下の生理学). 第10回バイオフィジオロジー研究会. 金沢, 2002. 2.
 - 2) 市村志朗、浜岡隆文、村瀬訓生、村上元秀、木目良太郎、本間俊行、上田千穂子、北原 綾、永澤 健、勝村俊仁. 肩関節外転角度の違いが筋酸素動態に及ぼす影響第13回東京医科大学脈管研究会. 東京, 2002. 3.
 - 3) 浜岡隆文、勝村俊仁、村瀬訓生、下光輝一. 萎縮筋代謝能の非侵襲的モニタリングと宇宙医学領域への応用. 第72回日本衛生学会総会. 津, 2002. 3.
 - 4) 福島洋行、槇村 進、高江久仁、市橋弘章、四方達郎、矢尾善英、長江恒幸、石丸 新、村瀬訓生、勝村俊仁. 間歇性跛行肢に対するエルゴメータ負荷外来運動療法の検討. 第30回日本血管外科学会総会. 宜野湾, 2002. 5.
 - 5) Ueda, C., Hamaoka, T., Murase, N., Sako, T., Murakami, M., Kime, R., Homma, T., Nagasawa, T., Samejima, M., Ichimura, S., Moriguchi, T., Katsumura, T. Noninvasive measurement of facultative diet-induced thermogenesis in human skeletal muscle. 49th American College of Sports Medicine (ACSM). St. Louis, USA. 2002. 5.
 - 6) Homma, T., Hamaoka, T., Murakami, M., Ueda, C., Nagasawa, T., Ichimura, S., Katsumura, T. Role of high energy phosphate in determining muscle and pulmonary oxygen kinetics at the onset of exercise in humans. 49th American College of Sports Medicine (ACSM). St. Louis, USA. 2002. 5.
 - 7) Ichimura, S., Hamaoka, T., Murase, N., Sako, T., Murakami, M., Homma, T., Ueda, C., Nagasawa, T., Nakagawa, N., Katsumura, T. Forearm VO₂peak was reduced by forearm elevation. 49th American College of Sports Medicine (ACSM). St. Louis, USA. 2002. 5.
 - 8) Kimura, N., Katsumura, T., Hamaoka, T., Kurosawa, Y. Estimation of energy metabolism in muscle during the initial phase of

- sustained exercise at varying intensities. 49th American College of Sports Medicine (ACSM). St. Louis, USA. 2002. 5.
- 9) Kime, R., Im, J., Hamaoka, T., Nioka, S., Katsumura, T., Chance, B. Noninvasive determination of functional hyperemia using near infrared spectroscopy in human. 49th American College of Sports Medicine (ACSM). St. Louis, USA. 2002. 5.
- 10) Nagasawa, T., Hamaoka, T., Murakami, M., Homma, T., Ueda, C., Kitahara, A., Ichimura, S., Nakagawa, N., Katsumura, T. Muscle oxygen consumption and blood flow during recovery after exercise using NIR spectroscopy. 7th Annual Congress of the European College of Sport Science (ECSS). Athens, Greece. 2002. 7.
- 11) Kitahara, A., Hamaoka, T., Murase, N., Murakami, M., Homma, T., Ueda, C., Nagasawa, T., Ichimura, S., Motobe, M., Kurosawa, Y., Katsumura, T. Deterioration of muscle function after 21 day forearm immobilization. 7th Annual Congress of the European Congress of Sport Science (ECSS). Athens, Greece. 2002. 7.
- 12) Hamaoka, T., Homma, T., Murakami, M., Nagasawa, T., Ueda, C., Kitahara, A., Ichimura, S., Kurosawa, Y., Katsumura, T. Muscle energetics and oxygenation after 3-week immobilization of the skeletal muscle in human. 19th Annual Scientific Meeting – ESMRMB. Cannes, France. 2002. 8.
- 13) Ueda, C., Hamaoka, T., Murase, N., Osada, T., Sako, T., Murakami, M., Kime, R., Homma, T., Nagasawa, T., Kitahara, A., Ichimura, S., Nakagawa, N., Katsumura, T. The effect of foods intake on muscle oxygen consumption : Noninvasive measurement using NIRS. 30th Annual Scientific Meeting – International Society for Oxygen Transport to Tissue (ISOTT). Manchester, UK. 2002. 8.
- 14) Hamaoka, T., Murase, N., Osada, T., Sako, T., Higuchi, H., Murakami, M., Esaki, E., Kime, R., Homma, T., Kurosawa, Y., Shimomitsu, T., Katsumura, T., Chance, B. Dissociation between muscle oxygen consumption and phosphocreatine in the initial phase of the exercise onset. 30th Annual Scientific Meeting – ISOTT. Manchester, UK. 2002. 8.
- 15) Nakagawa, N., Hamaoka, T., Sako, T., Homma, T., Nagasawa, T., Ichimura, S., Katsumura, T. Effect of sustained bilateral isometric contractions at submaximal level on working muscle fiber recruitment pattern. 30th Annual Scientific Meeting – ISOTT. Manchester, UK. 2002. 8.
- 16) Murase, N., Katsumura, T., Ueda, C., Inoue, S., Shimomitsu, T. Reliability and Validity Study of the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) in Japan. The 5th Asian Federation of Sports Medicine Congress (AFSMC 2002). Seoul, Korea. 2002. 9.
- 17) Katsumura, T. Move for health –From a physical activity perspective– (Plenary session III: New trend of physical activity). The 5th Asian Federation of Sports Medicine

- Congress (AFSMC 2002). Seoul, Korea. 2002. 9.
- 18) 市村志朗, 浜岡隆文, 村瀬訓生, 長田卓也, 本間俊行, 上田千穂子, 北原 綾, 永澤 健, 中川直樹, 勝村俊仁. 前腕位置の異なる動的掌握運動が神経筋疲労閾値と筋への酸素供給に与える影響. 第 18 回 疲労研究会. 高知, 2002. 9.
- 19) 市村志朗, 浜岡隆文, 村瀬訓生, 長田卓也, 佐古隆之, 村上元秀, 本間俊行, 上田千穂子, 北原 綾, 永澤 健, 中川直樹, 黒沢裕子, 勝村俊仁. 前腕挙上により筋最高酸素消費量は減少する. 第 57 回 日本体力医学会大会. 高知, 2002. 9.
- 20) 村瀬訓生, 勝村俊仁, 浜岡隆文, 長田卓也, 本間俊行, 北原綾, 上田千穂子, 永澤健, 市村志朗, 本部真由子, 福島 洋行, 石丸 新. 閉塞動脈硬化症に対する自転車エルゴメータによる運動療法の効果. 第 57 回 日本体力医学会大会. 高知, 2002. 9.
- 21) 中川直樹, 浜岡隆文, 佐古隆之, 本間俊行, 永澤 健, 市村志朗, 勝村俊仁. 静的両側同時掌握運動が活動筋の筋線維動員パターンに及ぼす影響. 第 57 回 日本体力医学会大会. 高知, 2002. 9.
- 22) 永澤 健, 浜岡隆文, 本間俊行, 上田千穂子, 北原 綾, 市村志朗, 中川直樹, 伊澤英紀, 勝村俊仁. 近赤外分光法による運動後の骨格筋酸素消費量と血流量の回復. 第 57 回 日本体力医学会大会. 高知, 2002. 9.
- 23) 北原綾, 浜岡隆文, 本間俊行, 上田千穂子, 永澤 健, 市村志朗, 本部真由子, 黒沢裕子, 勝村俊仁. 21 日間の前腕固定による不活動モデルでの骨格筋への影響. 第 57 回 日本体力医学会大会. 高知, 2002. 9.
- 24) 本間俊行, 浜岡隆文, 村上元秀, 上田千穂子, 北原 綾, 永澤 健, 市村志朗, 勝村俊仁. 運動開始時における活動筋の高エネルギーリン酸の変化が筋および肺における酸素動態におよぼす影響. 第 57 回 日本体力医学会大会. 高知, 2002. 9.
- 25) 木村直人, 浜岡隆文, 黒澤裕子, 勝村俊仁. 運動中における骨格筋エネルギー代謝の測定・評価—有酸素的及び無酸素的狀況下での比較—. 第 57 回 日本体力医学会大会. 高知, 2002. 9.
- 26) 上田千穂子, 浜岡隆文, 村瀬訓生, 佐古隆之, 村上元秀, 木目良太郎, 本間俊行, 永澤健, 市村志朗, 森口哲史, 勝村俊仁. 骨格筋は食事誘発性熱産生に関与するか? 第 57 回 日本体力医学会大会. 高知, 2002. 9.
- 27) 熊崎泰仁, 勝村俊仁, 浜岡隆文, 村瀬訓生, 井上 茂, 松木重村, 佐藤真司, 下光輝一. 健康づくり施設における身体活動量および全身持久力体力評価のための質問紙の検討. 第 57 回 日本体力医学会大会. 高知, 2002. 9.
- 28) 村瀬訓生, 勝村俊仁. 身体活動量評価の国際標準化_IPAQ Project の経緯と展望_(キーノートレクチャー). 日本体育学会第 53 回大会. さいたま, 2002. 10.
- 29) Hamaoka, T., Sako, T., Osada, T., Murase, N., Katsumura, T. The influence of adipose tissue on indicators determined by NIR time-resolved spectroscopy in human muscles. Biomedical Optics and Photomedicine (BOPM). Sapporo, Japan. 2002. 10.
- 30) Hamaoka, T., Katsumura, T., Nishio, S., Osada, T., Sako, T., Higuchi, H., Kurosawa,

Y., Shimomitsu, T., Miwa, M., Chance, B. Quantitative evaluation of oxygenation and energetics in the human skeletal muscle. Biomedical Optics and Photomedicine (BOPM). Sapporo, Japan. 2002. 10.

- 31) 村瀬訓生, 市村志朗, 北原 綾, 永澤 健, 上田千穂子, 本間俊行, 本部真由子, 長田卓也, 浜岡隆文, 勝村俊仁, 福島洋行, 石丸 新. 閉塞性動脈硬化症患者に対する自転車エルゴメータによる通院型運動療法の効果. 第9回医用近赤外線分光法研究会. 東京, 2002. 11.
- 32) 江崎和希, 武政 徹, 長田卓也, 黒澤裕子, 浜岡隆文, 勝村俊仁, 芳賀脩光. 膝伸展運動時における共同筋内での筋内酸素飽和度の相違. 第9回 医用近赤外線分光法研究会. 東京, 2002. 11.
- 33) 竹並恵理, 松本 均, 倉重恵子, 上田千穂子, 永澤 健, 北原 綾, 長田卓也, 浜岡隆文, 勝村俊仁. 実験的頸肩腕痛における血流阻害に対するカシス抽出物摂取の影響. 第9回 医用近赤外線分光法研究会. 東京, 2002. 11.
- 34) 本部真由子, 浜岡隆文, 村瀬訓生, 本間俊行, 上田千穂子, 永澤 健, 北原 綾, 市村志朗, 黒澤裕子, 勝村俊仁, 星加明德. 21日間の前腕ギプス固定時における筋有酸素能の非侵襲的モニタリング. 第126回 日本体力医学会大会 地方会. 東京, 2002. 12.

3. 著書

- 1) 勝村俊仁トレーニングによるからだの適応 - スポーツ生理学トピックストライアスロンの生理学 (株) 杏林書院 編 者: 平野裕一, 加賀谷淳子

- 2) 浜岡隆文, 勝村俊仁, 佐古隆之. 磁気共鳴分光法のスポーツ医学・運動生理学領域への応用 磁気共鳴と医学 13: 3-6, 2002.

研究成果の刊行に関する一覧表

書籍

| 著者氏名 | 論文タイトル | 書籍全体の編集者名 | 書籍名 | 出版社名 | 出版地 | 出版年 | ページ |
|--------------------------------|---|---|--|------------------|---------|------|----------|
| Y. Sato | Effects of physical exercise on the decreased insulin action caused by aging. | Zierath JR and Wallberg-Henriksson H eds. | Muscle Metabolism | Taylor & Francis | London | 2002 | 365-371 |
| 佐藤祐造 | | 佐藤祐造 | 高齢者運動処方ガイドライン | 南江堂 | 東京 | 2002 | 1-113 |
| 佐藤祐造 | | 佐藤祐造(監訳) | 糖尿病と運動ー糖尿病患者のスポーツ活動ガイドライン | 大修館書店 | 東京 | 2002 | 1-290 |
| M. Kanazawa, M. Kohzuki et al. | Disability prevention of chronic renal failure (CRF): Effects of moderate to intense exercise in rats with CRF. | Monduzzi | Proceedings of the 2nd World Congress of the International Society of Physical and Rehabilitation Medicine | | Bologna | 2003 | In press |
| 後藤葉子、上月正博 他 | 肺気腫患者の精神心理機能、quality of lifeに及ぼすLVRSの効果 | 吉田 稔、白日高歩 | 肺気腫症の診断と治療 | 福岡大学 | 福岡 | 2002 | 105-110 |
| 黒澤 一、上月正博 他 | LVRS手術例と非手術例における予後の比較 | 吉田 稔、白日高歩 | 肺気腫症の診断と治療 | 福岡大学 | 福岡 | 2002 | 119-125 |
| 上月正博 | フィットネス：循環呼吸器系フィットネスの指標 | 岩谷 力、佐直信彦、飛松好子 | 運動障害のリハビリテーション | 南江堂 | 東京 | 2002 | 41-43 |
| 上月正博 | フィットネス向上 | 岩谷 力、佐直信彦、飛松好子 | 運動障害のリハビリテーション | 南江堂 | 東京 | 2002 | 104-107 |
| 上月正博 | II②脳卒中：高齢脳卒中患者の生理機能の特徴と運動の効果 | 佐藤祐造 | 高齢者運動処方ガイドライン | 南江堂 | 東京 | 2002 | 47-57 |
| 上月正博 | 内部障害のリハビリテーション | 日本リハビリテーション医学会 | リハビリテーション医学白書第3版 | 医学書院 | 東京 | 2003 | 211-218 |
| 樋口 満 (分担執筆) | II⑤高脂血症：疾患別運動療法とそのプログラム | 佐藤祐造 | 高齢者運動処方ガイドライン | 南江堂 | 東京 | 2002 | 87-99 |

雑誌

| 発表者氏名 | 論文タイトル名 | 発表誌名 | 巻名 | ページ | 出版年 |
|-----------------------------------|---|--------------------------------------|-----|-----------|----------|
| I. Kitamura, Y. Sato et al. | Effects of aerobic and resistance exercise training on insulin action in the elderly. | Geriatrics Gerontology International | | | In press |
| T. Yamamoto, Y. Sato et al. | Selective nitration of mitochondrial complex I by peroxynitrite: involvement in mitochondria dysfunction and cell death of dopaminergic SH-SY5Y cells. | J Neural Transm | 109 | 1-13 | 2002 |
| T. Kajioka, Y. Sato et al. | Effects of intentional weight cycling on non-obese young women. | Metabolism | 51 | 149-154 | 2002 |
| N. Fuku, Y. Sato et al. | Mitochondrial ATPase subunit 6 and cytochrome <i>b</i> gene polymorphisms in young obese adults. | BBRC | 290 | 1199-1205 | 2002 |
| T. Nomura, Y. Sato et al. | Effects of long-term cold exposure on contractile properties in slow-and fast-twitch muscles of rats. | Jap J Physiol | 52 | 85-93 | 2002 |
| T. Fushimi, Y. Sato et al. | The efficacy of acetic acid for glycogen repletion in rat skeletal muscle after exercise. | Int J Sports Med | 23 | 218-222 | 2002 |
| K. Hayashi, Y. Sato et al. | Associations between physical strength, cerebral function and mental health in independent-living elderly Japanese women. | Environ Health Prevent Med | 7 | 123-128 | 2002 |
| M. Kajita, Y. Sato et al. | Self-esteem and mental health characteristics especially among lean students surveyed by University Personality Inventory. | Psychiatry Clin Neurosci | 56 | 123-129 | 2002 |
| Y. Kontani, Y. Sato et al. | Effects of aging and denervation on the expression of uncoupling proteins in slow-and fast-twitch muscles of rats. | J Biochem | 132 | 309-315 | 2002 |
| T. Watanabe, Y. Sato et al. | Influence of death from circulatory diseases on life expectancy at birth in Japan. | J Epidemiol | 12 | 450-456 | 2002 |
| N. Nakai, Y. Sato et al. | Exercise training increases the activity of pyruvate dehydrogenase complex in skeletal muscle of diabetic rats. | Endocrine J | 49 | 547-554 | 2002 |
| K. Yamanouchi, Y. Sato et al. | The effect of walking before and after breakfast on blood glucose levels in patients with type 1 diabetes treated with intensive insulin therapy. | Diab Res Clin Prac | 58 | 11-18 | 2002 |
| M. Tanaka, Y. Sato et al. | Golden mean to longevity: rareness of mitochondrial cytochrome <i>b</i> variants in centenarians but not in patients with Parkinson's disease. | J Neurosci Res | 70 | 347-355 | 2002 |
| T. Yamamoto, Y. Sato et al. | Effect of gender differences and voluntary exercise on antioxidant capacity in rats. | Comp Biochem Physiol Part C | 132 | 437-444 | 2002 |
| Y. Nishida, Y. Sato et al. | S _G , S _I , and EGP of exercise-trained middle-aged men estimated by a two-compartment labeled minimal model. | Am J Physiol Endocrinol Metab | 283 | E809-E816 | 2002 |
| K. Toda, Y. Sato et al. | Effects of moderate exercise on metabolic responses and respiratory exchange ratio (RER). | Nagoya J Medical Sci | 65 | 109-113 | 2002 |
| M. Kanazawa, M. Kohzuki et al. | Combination therapy with an angiotensin-converting enzyme (ACE) inhibitor and a calcium antagonist: beyond the renoprotective effects of ACE inhibitor monotherapy in a spontaneous hypertensive rat with renal ablation. | Hypertens Res | 25 | 447-453 | 2002 |
| K. Chida, M. Kohzuki et al. | Ventriculography using ECG-gated multiple diastolic injection of contrast material in pediatric angiocardiology. | Pediatr Cardiol | 23 | 200-204 | 2002 |
| N. Minami, M. Kohzuki et al. | Effect of estrogen on pressor responses to α 1-Adrenoreceptor agonist in conscious female rats. | Hypertens Res | 25 | 609-613 | 2002 |

| | | | | | |
|-----------------------------------|---|------------------------|-----|---------|----------|
| T. Kawamura, M. Kohzuki et al. | Impact of exercise and angiotensin converting enzyme inhibition on tumor necrosis factor- α and leptin in fructose-fed hypertensive rats. | Hypertens Res | 25 | 919-926 | 2002 |
| K. Yoshida, M. Kohzuki et al. | Chronic angiotensin-converting enzyme inhibition and angiotensin II antagonism in rats with chronic renal failure. | J Cardiovasc Pharmacol | 40 | 533-542 | 2002 |
| K. Chida, M. Kohzuki et al. | Stability of electron-beam energy monitor for quality assurance of the electron-beam energy from radiotherapy accelerators. | Tohoku J Exp Med | 198 | 197-201 | 2002 |
| 吉田一徳、 上月正博、他 | 2週間入院型冠動脈バイパス術後リハビリテーションの効果 | 心臓リハビリテーション | 7 | 116-119 | 2002 |
| 吉田俊子、 上月正博、他 | 高齢者における心筋梗塞リハビリテーション効果の検討 | 心臓リハビリテーション | 7 | 164-167 | 2002 |
| 長坂 誠、 上月正博、他 | ラット骨格筋虚血モデルでの持続的微弱電気刺激による血管新生因子の動態 | リハビリテーション医学 | 39 | 457-466 | 2002 |
| 後藤葉子、 上月正博、他 | Lung volume reduction surgery による重症肺気腫患者の長期的な ADL および health-related quality of life への影響 | 作業療法 | 21 | 118-124 | 2002 |
| 上月正博 | 変わるリハビリテーション：内科疾患によって合併した身体障害への対応 | Medical ASAHI | | 21-24 | 2002 |
| 黒澤 一、 上月正博、他 | 肥満人口の増加（特集：エコロジー・ライフスタイルの変化と呼吸器疾患） | 呼吸 | 21 | 335-341 | 2002 |
| 黒澤 一、 上月正博 | 慢性閉塞性肺疾患のリハビリテーション | 治療学 | 36 | 843-848 | 2002 |
| 上月正博 | 生活習慣病とリハビリテーション | 医学のあゆみ | 203 | 821-826 | 2002 |
| 後藤葉子、 上月正博、他 | 呼吸リハビリテーションにおける作業療法の役割 | COPD Frontier | 1 | 88-93 | 2002 |
| K. Shimizu, R. Nohara et al. | Plasma leptin levels and cardiac sympathetic function in patients with obstructive sleep apnoea-hypopnoea syndrome. | Thorax | 57 | 429-434 | 2002 |
| Y. Goto, R. Nohara et al. | Safety and implementation of exercise testing and training after coronary stenting in patients with acute myocardial infarction. | Circ J | 66 | 930-936 | 2002 |
| K. Kataoka, R. Nohara et al. | LOX-1 pathway affects the extent of myocardial ischemia-reperfusion injury. | BERC | 300 | 656-660 | 2003 |
| S. Ishihara, R. Nohara et al. | Relationship between immune response and anger expression in patients with coronary heart disease. | Heart Vessels | | | In press |
| M. Shimomura, R. Nohara et al. | Evaluation of nonsupervised sports rehabilitation for patients with ischemic heart disease. | Jap J Adap Sports Sci | | | In press |
| Y. Goto, R. Nohara et al. | Use of exercise cardiac rehabilitation after acute myocardial infarction in Japan: comparison between health insurance-approved and non-approved hospitals. | Circ J | | | In press |
| 小河繁彦、 野原隆司、他 | 心筋梗塞／再灌流後の慢性期における骨格筋適応 | 日生誌 | 64 | 225-236 | 2002 |
| 野原隆司 | コンプライアンスを高めるプログラムの工夫 | 日本臨床スポーツ医学会誌 | 10 | 263-266 | 2002 |
| 石原俊一、 野原隆司、他 | 心臓リハビリテーションと QOL—心理学的立場から— | 心臓リハビリテーション | 6 | 34-37 | 2001 |
| 牧田 茂、 野原隆司、他 | 集団スポーツリハビリテーションの長期継続率と参加者の特徴 | 心臓リハビリテーション | 6 | 49-51 | 2001 |
| 陳 麗光、 野原隆司、他 | 心不全ラットにおける左心室の remodeling と酸素代謝への運動効果 | 心臓リハビリテーション | 6 | 83-86 | 2001 |
| C. Yoshiga, M. Higuchi | Heart rate is lower during ergometer rowing than during treadmill running. | Eur J Appl Physiol | 87 | 97-100 | 2002 |
| C. Yoshiga, M. Higuchi et al. | Serum lipoprotein cholesterol levels in older oarsmen. | Eur J Appl Physiol | 87 | 228-232 | 2002 |

| | | | | | |
|------------------------------------|---|--------------------------|----|-----------|------|
| C. Yoshiga, M. Higuchi et al. | Rowing prevents muscle wasting in older men. | Eur J Appl Physiol | 88 | 1-4 | 2002 |
| T. Inayama, M. Higuchi et al. | Moderate physical exercise induces the oxidation of human blood protein thiols. | Life Sci | 70 | 2039-2046 | 2002 |
| T. Inayama, M. Higuchi et al. | Physical exercise induces oxidation of plasma protein thiols to cysteine mixed disulfides in humans. | J Health Sci | 48 | 399-403 | 2002 |
| M. Kimura, M. Higuchi et al. | The relation between single/double or repeated tea catechin ingestions and plasma antioxidant activity in humans. | Eur J Clin Nutr | 56 | 1186-1193 | 2002 |
| J. Wu, M. Higuchi et al. | Combined intervention of exercise and genistein prevented androgen deficiency-induced bone loss in mice. | J Appl Physiol | 94 | 335-342 | 2003 |
| 薄井澄誉子、 樋口 満、他 | 閉経後中高年女性の基礎代謝量に及ぼす身体組成の影響 | 体力科学 | | | 印刷中 |
| 樋口 満 | スポーツ選手のサプリメント摂取－コンディション維持とパフォーマンス向上のために－ | 栄養学雑誌 | 60 | 167-172 | 2002 |
| 樋口 満 | 生活習慣病の予防のための身体活動の有用性と限界 | 消化器病セミナー | 89 | 211-216 | 2002 |
| 樋口 満 | 運動と食生活 | 予防医学 | 44 | 71-76 | 2002 |
| T. Osada, T. Katsumura et al. | Quantitative effects of respiration on venous return during single knee extension-flexion. | Int J Sports Med | 23 | 183-190 | 2002 |
| H. Higuchi, T. Katsumura et al. | Oxygenation in vastus lateralis and lateral head of gastrocnemius during treadmill walking and running in humans. | Eur J Appl Physiol | 87 | 343-349 | 2002 |
| K. Kofune, T. Katsumura | Changes in several lysosomal enzymes in plasma and skeletal muscle after the strenuous exercise. | Adv Exerc Sports Physiol | 8 | 63-69 | 2002 |
| C. Ueda, T. Katsumura et al. | Food Intake increases resting muscle oxygen consumption as measured by near-infrared spectroscopy. | Eur J Sport Sci | 2 | 1-9 | 2002 |
| 桑森真介、 勝村俊仁、他 | 柔道選手の間欠的 maximum 自転車運動時におけるパフォーマンスおよび等速性大腿筋力に及ぼすクレアチン経口補給の効果 | 講道館柔道科学研究会紀要 | 9 | 109-118 | 2002 |
| 村瀬訓生、 勝村俊仁 | 学童期の生活と身体運動（特集：小児科医が担うヘルスプロモーション） | 小児内科 | 34 | 1260-1263 | 2002 |
| 村瀬訓生、 勝村俊仁、他 | 身体活動量の国際標準化_IPAQ 日本語版の信頼性、妥当性の評価－ | 厚生の指標 | 49 | 1-9 | 2002 |
| 芳賀脩光、 勝村俊仁、他 | 中高年のトレッドミル歩行時における筋内酸素動態 | 脈管学 | 42 | 13-19 | 2002 |
| 佐古隆之、 勝村俊仁、他 | 近赤外線分光法を用いた骨格筋エネルギー代謝研究の現状 | 脈管学 | 42 | 74-78 | 2002 |