

使って貯めよう筋肉貯筋；家庭でできるホーム貯筋術

福永哲夫

鹿屋体育大学 前学長

人間として教養のある質の高い生活を実現することは年齢に関わらず万人の望むところである。そのためには、日常生活における様々な身体運動を生み出す諸機能を一定水準以上保持していることが必須条件となる。歩／走などの身体動作は骨格筋の発揮張力により生み出される。一方、身体を構成する筋、神経、骨、血管などの組織の諸機能は加齢とともに低下する傾向を示す。人間が生物である以上老化現象は避けられないが、老化に運動不足が加わることで機能低下をますます加速させる事になる。しかも、豊かで機械化された機能的に便利な現代社会になればなるほど、日常生活において身体を活発に動かせる機会を少なくする方向にあり、このような状況下で長く生活していると、正常な身体活動を保持し続けられなくなる可能性が高い。このような社会現象を考えるに、幼児から高齢者まで生涯にわたり健康で活動的である様にする対策を考えることは、人類の生存に関わる緊急且つ重要なテーマであろう。特に近年の高齢社会を考えると、身体機能の加齢変化を詳細に分析するとともに、高齢者に対する身体運動の影響を理解しておく事は、健康で文化的な生活をする上で必要不可欠な事と言えよう。

健康で活発な日常生活を遂行する為には生活環境に適応できる身体能力が必要である（この能力を総称して「生活フィットネス」と呼ぶ事にする）。「生活フィットネス」は加齢と共に低下するが、その低下パターンには個人差が大きい。平均的な生活を送っている場合に比較して、日頃活発な身体活動を実施している場合には「生フィットネス」は高い水準を維持する事が出来る。一方、運動不足状態が続くと「生活フィットネス」が低下し、また、病気などをきっかけにして急激な「生活フィットネス」の低下が観察される。「生活フィットネス」の中でも特に重要な要素に脚の筋機能がある。脚筋機能の低下は、「歩く」「階段を昇る」「立ったり座ったりする」といった日常生活動作の遂行に支障を来し、関節への負担を増し、ちょっとしたバランスの崩れを修正できず転倒の危険性を高める。加えて、身体不活動は骨量の低下をも引き起こすので、骨折しやすくなり、ひいては寝たきり状態をもたらすことにもなりかねない。

正常な日常生活が維持できなくなる機能水準（仮に「寝たきりライン」と呼ぶ事にする）に近づく事は生活能力に余裕が無くなる事を意味する。高齢者にとって「自立して生活できるだけの身体能力があればそれ以上の体力は不要である」との意見も聞く。しかし、病気ではなくとも「寝たきりライン」に近い状態で生活する事は病気になった場合（例えば、風邪をひく、骨折をする等）の安静状態（身体不活動）がもたらすフィットネスの低下は「寝たきりライン」を簡単に下回る事（脚筋機能低下）になり、その結果、病気は治ったけれども「歩けない」→「寝たきり」と云った状態を引き起こす事になる。一方、高水準の「生活フィットネス」所有者は病気などの状態になったとしても「寝たきりライン」まで時間を稼ぐ事が出来、十分に回復する為の時間的余裕を有する事が出来る。「生活フィットネス」を構成する主たる因子は脚筋機能及びそれを保証する脚筋量である。いざと云う時の為の「貯金」と同じく、日頃高い「生活フィットネス」を保証する筋を貯えておく「貯筋」が必要である。

ところで、筋力向上のためには日常生活において発揮される筋活動量以上の強度の条件を満たす事が必要

である。これまでの沢井ら⁶⁾の研究結果によると、日常生活における筋活動量は殆どが最大筋力の10%以下の強度であり、歩行動作等においても下肢筋群は30%未満の筋活動量しか示していないことが確かめられている。従って、下肢筋にトレーニング効果が期待できる運動様式としては通常歩行に見られる以上(30%以上)の強度条件を満たす運動を日常生活の中に組み込む必要がある。このような筋力トレーニングの強度の条件を満たす運動を、自宅で特別な器具なく簡単に実施出来れば、一般の高齢者に広く活用される事が期待される。日常生活における身体動作の基本は歩行でありその動作を遂行する主要な筋群として大腿四頭筋があげられ、且つ、加齢による筋萎縮は大腿四頭筋が最も著しい(福永ら³⁾)。

一方で、高齢者でも筋力トレーニングにより筋量が増し、筋力の向上が見られ、要介護のレベルが向上する可能性も一部の研究で明らかにされている。しかし、高齢者が自宅で自分の体重や身近な生活用具を利用して行う筋力トレーニングの適切な方法や、高齢者が生活を快適に送るのに必要な体力(これを「生活フィットネス」と定義する)への影響(効果)については明らかにされていない。

そこで、我々は65歳以上の高齢者が自宅で自体重を利用して効果的な筋力トレーニングを実施する為の筋力トレーニングプログラム(「ホーム貯筋術」と称する)が筋力増加や認知機能改善に効果的であるかどうかを目的とした実験を実施し、筋力や認知機能に効果的である結果を得たのでその概要を説明する。

1. 筋の加齢変化は特に大腿四頭筋において著しい

加齢とともに筋萎縮が見られるが、その程度は筋群により異なる。上肢の筋の萎縮は殆ど見られないが、下肢の筋萎縮が明らかである。特に膝伸展筋群(大腿四頭筋)の萎縮は顕著である。図1は大腿前面の筋厚(大腿四頭筋)をBMIで除した値の加齢変化を見たものである。加齢とともに筋厚が減少する傾向が見られるが、特に車椅子生活者の殆どが1.0以下であることから、大腿前面の筋厚(BMIあたり)1.0が正常な歩行が可能な最低限と考えられる。

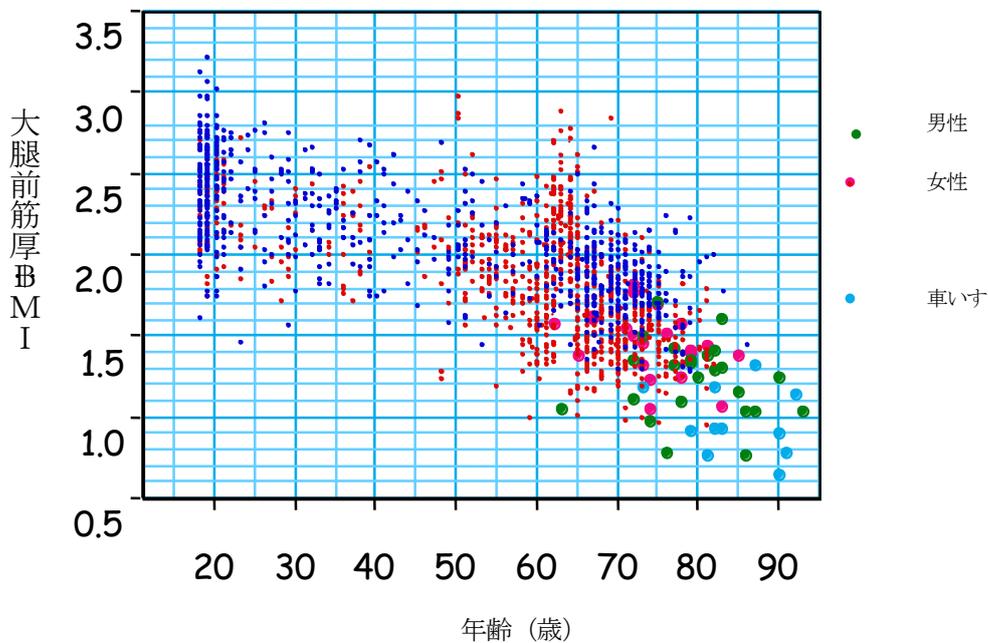


図1 加齢に伴う筋量(BMIあたりの筋厚;大腿四頭筋)の変化 (福永ら³⁾)

2. 日常生活における身体運動の効果：ホーム貯筋術の提案

日常生活において身体各部位の筋に適切な負荷を加えることが身体の構造と機能に与える影響についての筋力トレーニング実験を行った。被験者は70歳台の男女であり、3ヶ月間の運動を行った。運動は自体重を利用するものであり、自宅で誰でも簡単に実施できるように工夫された（ホーム貯筋術と称した）。運動の内容は図2に示した。

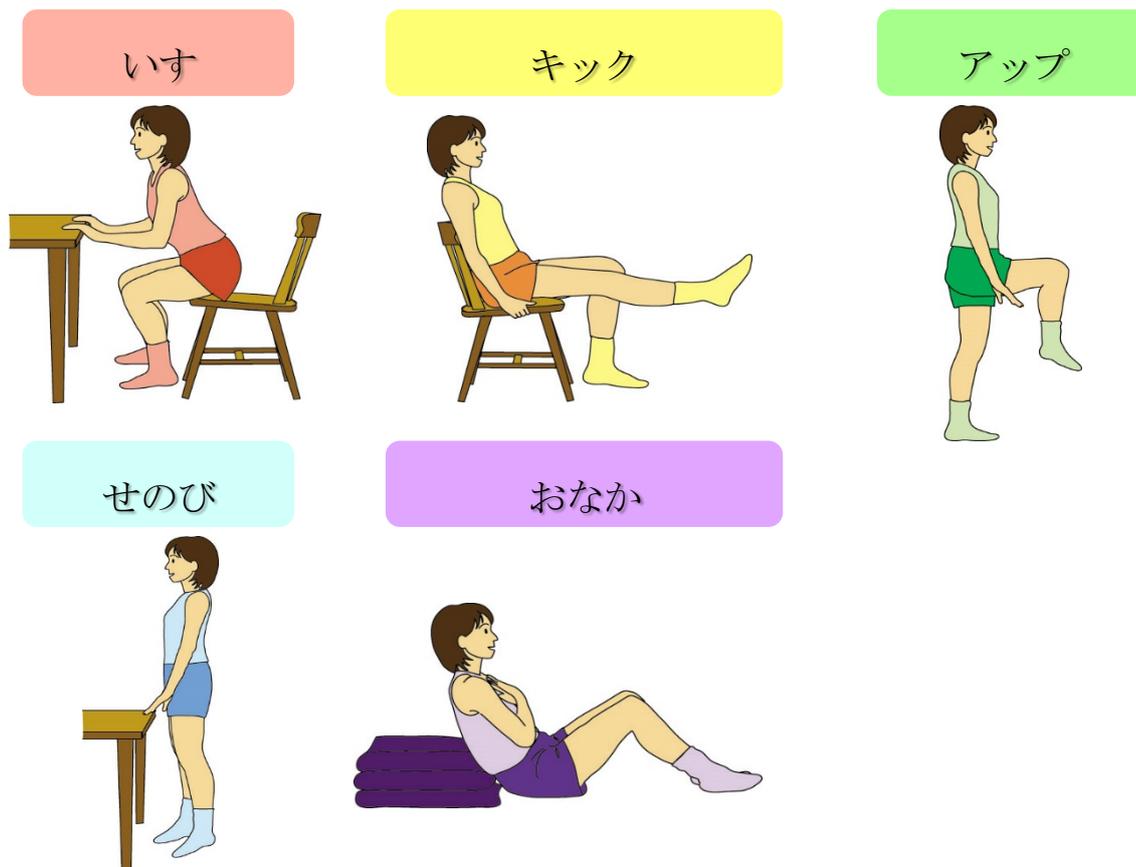


図2「ホーム貯筋術」の内容
(福永 2003)

それぞれの運動を毎日暇な時間に歌に合わせて実施してもらうように説明した。

3. ホーム貯筋術で実施される動作における各部位の筋群の活動水準

あらかじめ、貯筋術で行われる動作で筋が発揮する活動水準を明らかにするために、筋電図法を用いて各動作時の筋活動水準を測定した。図3はホーム貯筋術で主動作である「椅子座り立ち」動作時に見られる大腿四頭筋群の活動水準と随意最大膝伸展トルクとの関係を見たものである。最大膝伸展トルクの高いものは立ち上がり動作時の筋活動水準が低い傾向がみられた。特に膝伸展トルクが1.9Nm/kgより低いものは筋活動水準が急激に高くなる傾向が見られ、多くの介護保険利用者および高齢者はこの領域に位置する傾向が

見られた (Fujita et al 2011)。

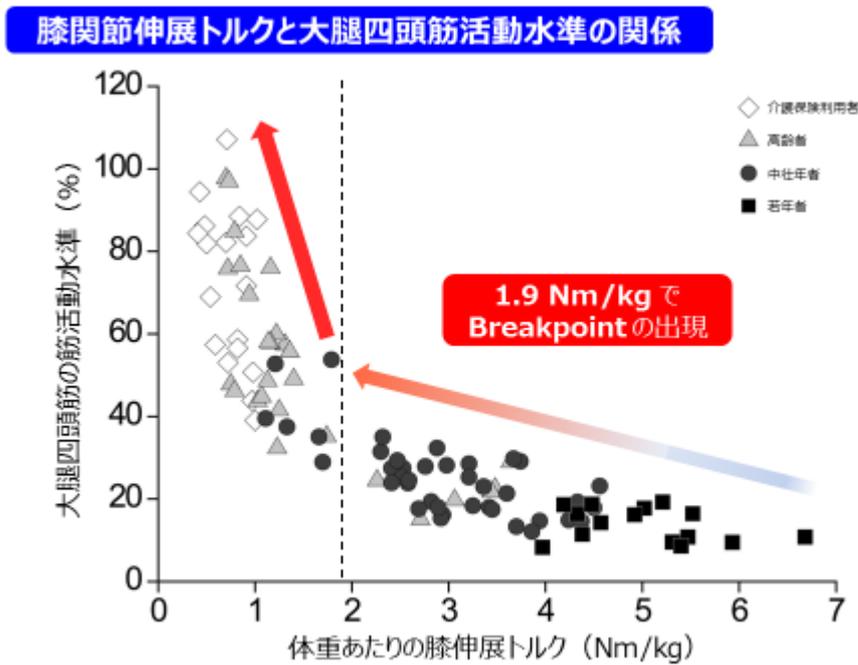


図3 ホーム貯筋術における「椅子すわり立ち動作」に見られる筋活動水準と膝伸張トルクとの関係 (Fujita et al 2011)

4. 「ホーム貯筋術」の効果

(1) 椅子座り立ち動作での回数に及ぼす効果

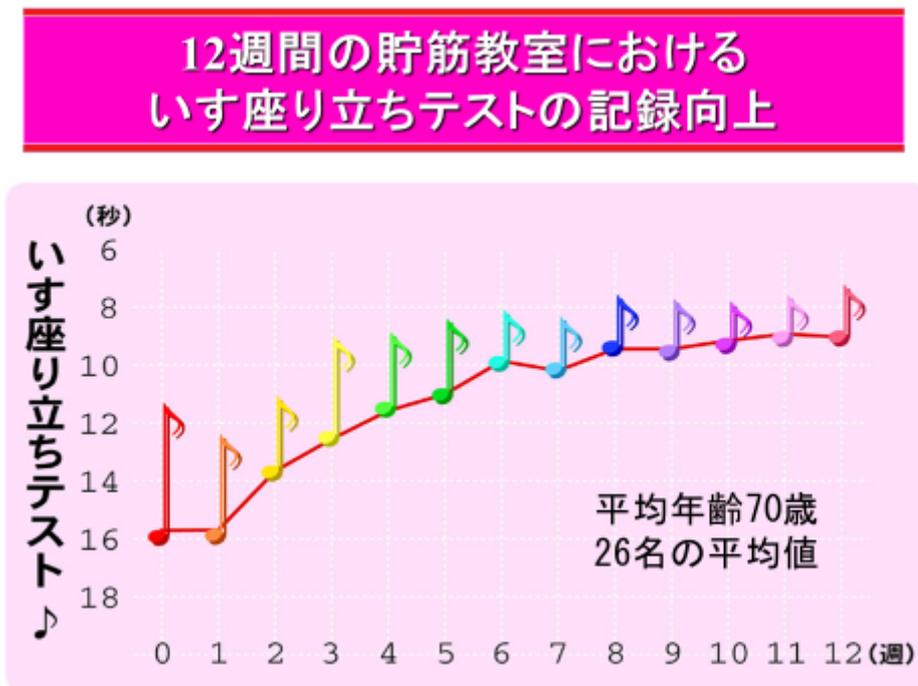


図4 貯筋運動が椅子座り立ち時間 (10回) に及ぼす効果 ; 12週間のホーム貯筋により10回に要する座り立ち時間が16秒から約10秒まで短縮した (福永 2003)

(2) 随意最大筋力に及ぼす効果

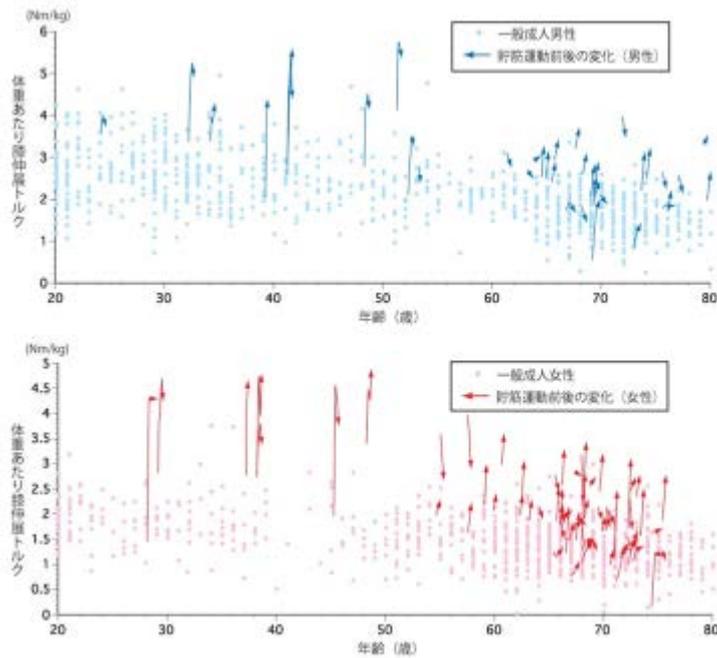


図5 ホーム貯筋術により膝伸展筋力が増加した (福永 2003)

平均年齢 66 歳 (53~76 歳) の高齢者 (75 名) が自宅で 6 日/週の頻度でホーム貯筋術を 3 か月間実施した。ホーム貯筋術実施の前後に随意最大筋力 (膝伸展トルク (KET) 及び足底屈トルク (PFT)) を測定した。およびその結果, 表 1 に見られるように膝伸展および足底屈トルクは 1.4~1.7% 増加する (統計的に有意) 傾向がみられた。また, 図 5 は貯筋術実施前の筋力と貯筋術による筋力増加率との関係を見たものである。両者の間には統計的に有意な負の相関関係 (KET; -0.537, PFT; -0.571) が見られ, ホーム貯筋術実施前の最大筋力の少ない人ほど貯筋術の効果が大きい傾向を示した (Yoshitake Y et al 2011)。

表 1 ホーム貯筋術が最大筋力に及ぼす効果 (Yoshitake Y et al 2011)

Variables	Pre-intervention	Post-intervention	Relative change	P value*
KET, Nm	114.1 ± 33.9	125.3 ± 30.5	14.1 ± 26.2	0.0002
PFT, Nm	64.4 ± 21.9	72.1 ± 21.1	16.7 ± 26.6	<0.0001
KET/BM, Nm/kg	2.18 ± 0.63	2.42 ± 0.58	15.0 ± 27.1	<0.0001
PFT/BM, Nm/kg	1.22 ± 0.38	1.38 ± 0.35	17.6 ± 27.0	<0.0001

Values are means ± SDs. * indicates the P value of Student's paired t-test to pre- versus post-intervention. KET, knee extension torque; PFT, plantar flexion torque; KET/BM, KET relative to body mass; PFT/BM, PFT relative to body mass

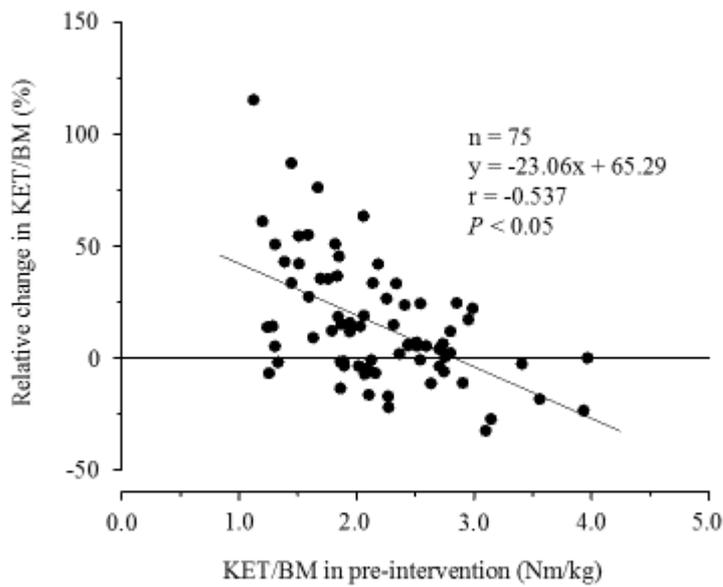


図6 膝伸展トルク（貯筋術実施前）と貯筋術実施による効果との関係（Yoshitake Y et al 2011）

(3) 筋肥大に及ぼす効果

貯筋術が筋肥大に及ぼす効果を見るために、3 か月間の貯筋術前後の腹筋の筋厚を超音波法により測定した。その結果、図7に見られるように、個人差は見られるものの多くの人に貯筋術により筋厚が増加する傾向が見られた。

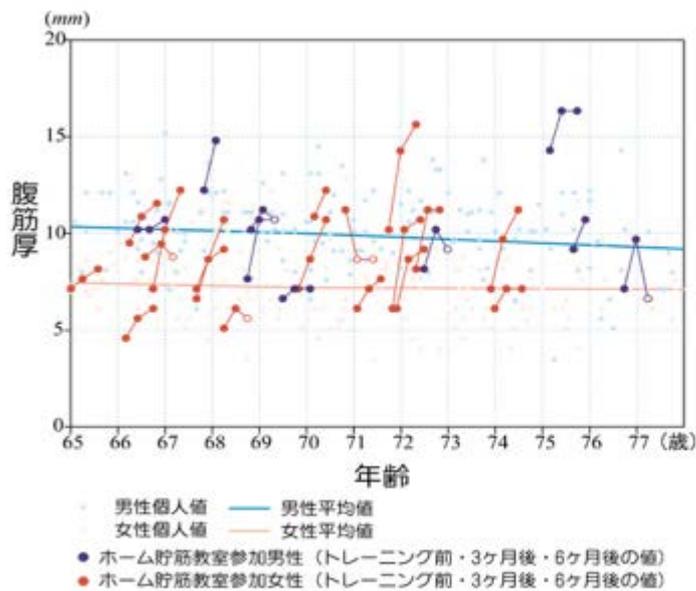


図7 ホーム貯筋術により腹直筋の筋厚が増加する傾向が見られた。（福永 2003）

(4) 反応時間に及ぼす効果

加齢とともに物事に対する反応が遅くなる現象は日常経験することである。反応の速さ（反応時間）には単純反応時間と選択反応時間がある。単純反応時間は判断を必要としない、視覚から反応までの単純な神経伝達速度の指標であり、加齢の影響は少ないといわれている。一方、判断を必要とする選択反応時間は、認知プロセスを経た時間で、加齢の影響が大きいといわれている。

単純反応時間の測定はパソコンを用いて視覚刺激（指示された画像）に対してできるだけ素早くキーを押す時の所要時間を計測する事により実施し、選択反応時間は「押す/押さない」の信号により判断をして素早くキーを押す時の時間として測定した。被験者は健康な 52~81 歳の男女 170 名であり、3 か月の貯筋術を実施し、その前後で反応時間の測定を行った。その結果、図 8 に見られるように、選択反応時間の有意な短縮が見られたが、単純反応時間には有意な変化は見られなかった (Ikudome S et al 2015)。このことから、ホーム貯筋術の実施により認知に要する時間が改善される事が明らかになった。

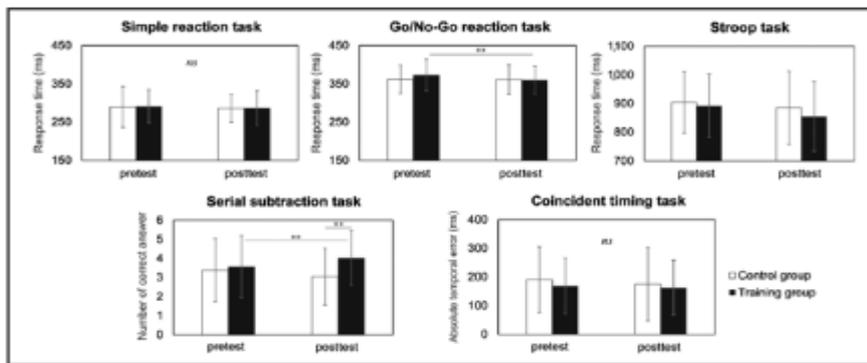


Figure 1. Performance on each of the five cognitive tasks.
Note. Mean performance measures shown by both the experiment and control groups at pre- and posttest. Standard deviations are indicated by vertical bars. ns = not significant.
**p < .01.

図 8 ホーム貯筋術が反応時間に及ぼす効果 (Ikudome S et al 2015)

(5) 認知機能に及ぼす効果

加齢とともに認知機能（記憶力や判断力など）が低下する (Liu-Ambrose and Donaldson 2009)。認知機能を評価する方法として MMSE (Mini-Mental State examination) 法がある (Fostein et al 1975)。図 9 は健康な高齢者 39 名 (61~79 歳) について、筋力（膝伸展トルク）と MMSE との関係を見たものである。両者の間には統計的に有意な相関関係 ($r=0.579$) が見られ、膝伸展トルクの高い人は MMSE スコアが高い傾向が示されている (Nakamoto et al 2012)。さらに、貯筋術により膝伸展トルクは増加し (169Nm から 187Nm に有意に増加)、膝伸展トルクの増加率と MMSE スコアの増加率との間には有意な相関関係 ($r=0.422$, $p<0.05$) が見られた (図 10)。これらの結果から、膝伸展筋力は認知機能の重要な要素であり、貯筋術による筋力の増加が認知機能の改善を引き起こすことが推測された。

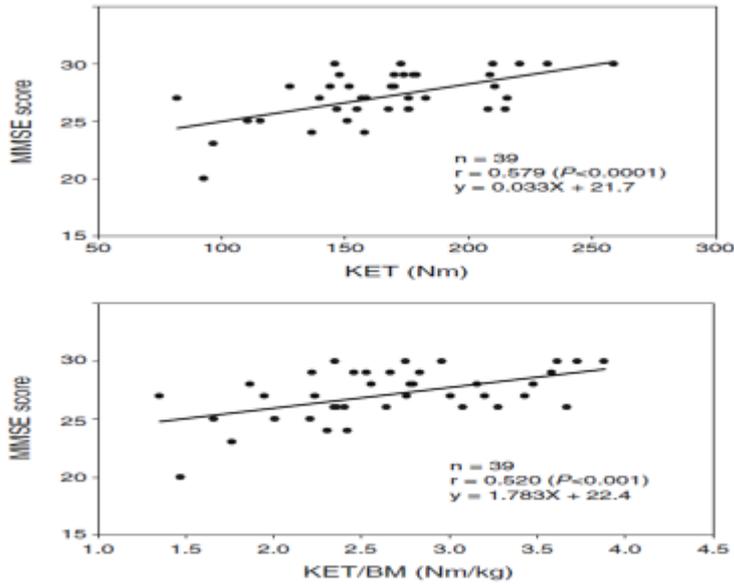


Fig. 1 Relationship between MMSE scores and either KET (upper panel) or KET/BM (lower panel)

図9 健康な高齢者に見られる膝伸展トルクとMMSEとの関係 (Nakamoto et al 2012)

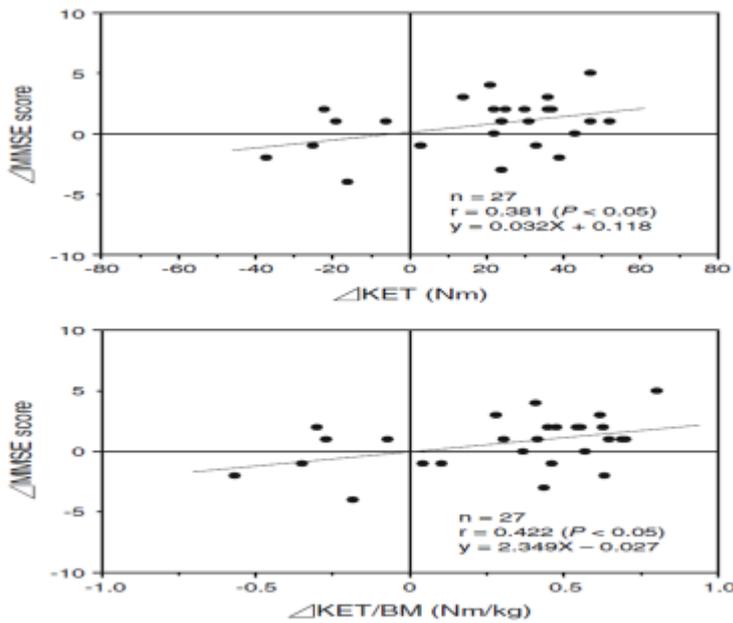


Fig. 2 Relationship between the training-induced changes in MMSE scores and those in KET (upper panel) and KET/BM (lower panel)

図10 ホーム貯筋術による筋力増加とMMSEスコア増加との関係 (Nakamoto et al 2012)

まとめ

高齢になるに伴い筋骨格系機能が低下することは生物学的特性として致し方のないことではあるが、その能力は日常生活習慣や環境条件などにより強く影響されると考えられる。前述のように加齢と運動不足の相乗効果が急激な筋骨格系機能の低下を導く。加齢変化は人為的に変えられようもないが、その変化に身体運動は見事に影響を与える主要条件である。身体を構成する器官や組織の形態と機能に対する加齢変化を的確に把握し、自分の生活習慣にフィードバックする事が出来るかどうかは、まさしく各自の知性と教養によるものであろう。その為にも、ヒトの身体組成(筋や脂肪などの組織の量と割合)や運動機能に対する加齢現象とその運動の効果に関する正確な知識を得て、理想的な身体を創造するための工夫をする事はこれからの健康で文化的な生活を保障する為の基本的な能力として重視されよう。

教養とは「単なる学殖、多識とは異なり、一定の文化理想を体得し、それによって個人が身につけた創造的な理解力や知識」(広辞苑)とある。この定義に従うと、自らの身体とその能力に関する知識や理解力は教養として身につけなければならない最も基本であろう。そこで「理想的身体を意識し、それを創造するための知識と技術」を「身体教養」(福永)として定義したい。「身体教養」を身につけるためには、ヒトの身体組成(筋や脂肪などの組織の量と割合)や運動機能に対する加齢現象とその運動の効果に関する正確な知識を得ることが必要である。理想的な身体を創造するための工夫をする事はこれからの健康で文化的な生活を保障する為の基本的な能力として大切である。

引用文献

- 1) Fujita E., Kanehisa H., Yoshitake Y. et al; Association between knee extensor strength and EMG activities during squat movement. *Med. Sci. Sports Exerc.* 43, 2328-2334, 2011
- 3) 福永哲夫; 貯筋運動 臨床スポーツ医学 20、476-478、2003
- 4) 福永哲夫ら; 貯筋のすすめ スポーツ科学研究 6、50-54、2009
- 5) Ikudome S., Mori S., Unenaka S., et al; Effect of long-term body-mass-based resistance exercise on cognitive function in elderly people. *J Appl Gerontol*
- 6) Nakamoto H., Yoshitake Y., Takai M., et al; Knee extensor strength is associated with Mini-Mental State Examination scores in elderly men. *Eur J Appl Physiol* 112, 1945-1953, 2012
- 7) 沢井史穂、実松寛之、金久博昭 ら; 日常生活動作における身体各部位の筋活動水準の評価—姿勢保持・姿勢変換・体重移動動作について— 体力科学 53 93-105 2004
- 8) Yoshitake Y., Takai Y., Kitamura T., et al; Body mass-based exercise in middle-aged and older women. *Int J Sports Med.* 32, 924-928, 2011