

表2. 生活体力におよぼすトレーニングの影響

	トレーニング前			トレーニング後		
起居能力	(秒)	13.0 ± 8.66	**	8.1 ± 2.86		
歩行能力	(秒)	11.4 ± 3.13	ns	10.7 ± 2.39		
手腕作業能力	(秒)	44.6 ± 13.45	*	42.1 ± 11.5		
身辺作業能力	(秒)	10.7 ± 4.63	**	8.5 ± 2.39		

ns : 有意差なし、 * : p<0.05、 ** : p<0.01、

ら185msec、全身反応時間は556msecから477msecに有意に短縮されていた(p<0.001、p<0.01)。また、左右の等尺性脚筋力ともそれぞれ約8kgの有意な向上が見られた(p<0.05、p<0.01)。

3. 生活体力

歩行能力では、明らかな変化は見られなかったが、起居能力では13.0秒から8.1秒(p<0.01)、手腕作業能力では44.6秒から42.1秒(p<0.05)、身辺作業能力では10.7秒から8.5秒(p<0.01)にそれぞれ有意に向上していた(表2)。

D. 考察

今回のケアハウス入所高齢者は、定期的なトレーニングを実施する以前は全員が運動習慣がなく、自室に閉じこもりがちな生活を送っていた。彼らの唯一の運動として施設周辺への散歩あるいは買い物を兼ねて徒歩で外出することであり、速歩等の実施は困難な状況にあった。平均体脂肪率から判断すると軽度の肥満であったが、その個人差は大きく、痩せている者から肥満者まで様々であった。

生活状況に関する調査結果においては、トレーニング期間前後において有意な変化は認められなかったが、トレーニング後に趣味や

稽古事の実施頻度が増し、三味線、書道、軽スポーツ、手芸等を自主的に実施したいと考えている者が増える傾向が見られ、3ヵ月間という短期間ではあったが、定期的な運動がきっかけとなって、彼ら自身が日常生活の中で楽しみや生活のほりを求めていこうとする望ましい兆候であると考えられる。

老研式活動能力指標は、既に報告されている75～79歳の地域在住女性の10.6点と同様な値であり(古谷野, 1987)、この短期間でこれらの調査項目内容の実行が可能になったり、あるいは不能に陥るという可能性は低く、同様の結果が得られたものと推測される。一方、身体機能と生活活動能力の低下を防ぐことが精神的健康の維持には重要であることが指摘され(長田, 1995)、施設入所者では抑うつ症状が高い確率で発生し、逆に老人大学受講者では顕著に低かったことが報告されている(新野, 1988)。本研究で認められた抑うつ度の有意な低下は、比較的短期間であっても定期的な身体活動が、精神的な面でのQOLの改善に有効であることを示唆している。一方、主観的な健康度、毎日の気分、人間関係、生活満足度、および幸福度は、トレーニングの影響は認められず、さらにGDSとの間にも有意な相関は見られなかった。

本研究の教室開始前における握力値は低く、期間終了後も変化が見られなかったが、これはレクリエーション教室では特に握力を要するような運動内容を実施していなかったことが原因として挙げられる。

大腿伸筋群を最大努力で等尺的に収縮させて測定された脚筋力は、加齢や日常生活における身体活動の強度や量の大小に強く影響される。調査対象者は基礎疾患のみでなく、これまでの日常生活における慢性的な身体活動量の低下も原因として、トレーニング前においては大腿伸筋群の機能が大きく低下していた。しかし、教室に参加することによって左右の脚筋力とも絶対量で8kg、相対値で14%程度の有意な増加を示した。これは大腿部および下腿部の筋力の向上を意図して抗重力運動とレジスタンストレーニングを実施したことが、脚筋力の増加につながったと考えられ、ケアハウス入所高齢者においても筋力トレーニングの有効性が示された。

本研究での長座体前屈の測定値は非常に低く、3.3cmから5.0cmに変化したにすぎなかった。日常生活において、定期的に運動等の身体活動を実施することで、高齢者といえども柔軟性を高く保つことは可能であることは示されており(花井ら, 1996)、期間中に様々なストレッチングを指導したため、柔軟性の向上が期待されたが、結果的には望ましい効果を得るまでには至らなかった。教室が3ヵ月間という短期間であったことが主たる原因と考えられるが、この他に身体的障害、および長期間にわたる運動不足等の要因が、柔軟性の改善を一層阻害しているものと推測される。

反応開始時間、全身反応時間は明らかに改善していた。反応開始時間は神経性の因子が関与すると考えられており、短期間のトレ

ニングによっても刺激を認知して、中枢で判断し、筋に刺激が伝達されるといった一連の過程が改善され得ることが明らかとなった。また、全身反応時間では筋の収縮力と収縮速度といった要素も関係し、前述の脚筋力の増加がプラスの方向に作用して、全身反応時間にも良い効果が現れたものと推測される。このことは、有意に増加したステップングの結果からも理解される。

加齢や運動不足等により平衡性が著しく低下することは既に知られており、特に70歳代の閉眼片足立ちの測定値が3～6秒の範囲にあることが報告されている(春日ら, 1992)。今回得られた測定結果は、これらの報告に比べて低い傾向が見られた。閉眼片足立ちでは、平衡性の優劣が最も重要な要素となることは間違いないが、高齢期の老人にとってはまず片脚だけで身体を支え続けることができる筋力が確保されているか否かということも問題になってくると思われる。今回の調査対象者のように施設に入所し、身体活動量の著しく低下した高齢者の脚筋力がトレーニングによって向上し、閉眼片足立ちの成績に多少なりとも望ましい影響を及ぼすのではないかと予想されたが、トレーニング期間前後での改善はほとんど見られなかった。教室において、平衡性の向上を目指した運動内容がほとんど含まれていなかったことが主たる原因であると思われるが、他に週に2～3回、3ヵ月間程度のトレーニングでは高齢期に低下の著しい平衡性の低下を防ぐには不十分であり、彼らが日常生活の中に散歩以外に様々な様式の運動を実施していくことがさらに必要なのかもしれない。

今回得られた生活体力のデータは、既に報告されている結果に比べて低値であった(種田ら, 1996)。これは本研究における高齢者が老

人クラブに参加している高齢者に比べて、様々に疾病あるいは障害を有している者が多いことや、身体活動量が少ないことが原因していると推測される。このことはトレーニングによって歩行能力以外の生活体力が有意に向上したことから明らかであると思われる。

E. 結論

以上のことから、施設入所高齢者が、3ヵ月間にわたる比較的短期間の定期的トレーニングを実施することで、主観的な健康観・幸福感などには変化が見られなかったが、抑うつ度の改善や筋力・敏捷性・生活体力といった身体的な体力要素は有意に向上し、このような定期的な身体活動がQOLの改善に有効であることが示された。

参考文献

- 1) 花井忠征、古田善伯、大森正英、井上広国、水野敏明、森基要、岩田弘敏 (1996) : 高齢者の体力水準と体力評価基準の作成. 教育医学, 41, 331-341.
- 2) 春日晃章、出村慎一、松沢甚三郎、豊島慶男、松尾典子 (1992) : 運動実施が女性高齢者の体格及び体力に及ぼす影響について. -運動実施頻度及び継続年数の観点から- 教育医学, 38, 168-177.
- 3) 古谷野亘、柴田博、中里克治、芳賀博、須山靖男 (1987) : 地域老人における活動能力の測定. -老研式活動能力指標の開発- 日本公衆衛生雑誌, 34, 109-114.
- 4) 松林公蔵、木村茂昭、岩崎智子、濱田富雄、奥宮清人、藤沢道子、竹内克介、河本昭子、小澤利男 (1992) : Visual Analogue Scaleによる老年者の「主観的幸福度」の客観的評価: I -標準的うつ尺度との関連- 日本老年医学会雑誌, 29, 1181-16.
- 5) 松林公蔵、木村茂昭、岩崎智子、濱田富雄、奥宮清人、藤沢道子、竹内克介、河本昭子、小澤利男 (1992) : Visual Analogue Scaleによる老年者の「主観的幸福度」の客観的評価: II -ライフスタイルならびに認知・行動機能との関連- 日本老年医学会雑誌 29, 817-822.
- 6) 新野直明 (1988) : 老人における抑うつ症状の有症率. 日本老年医学会雑誌, 25, 403-407.
- 7) 種田行男、荒尾孝、西嶋洋子、北畠義典、松永俊哉、一木昭男、江橋博、前田明 (1996) : 高齢者の身体的活動能力(生活体力)の測定法の開発. 日本公衆衛生雑誌, 43 (3), 196-207.
- 8) 種田行男、荒尾孝、西嶋洋子、北畠義典 (1996) : 高齢者の生活体力と日常生活の活動性および主観的幸福度・抑うつ度との関連について. 体力研究, 90, 7-16.
- 9) 長田久雄、柴田博、芳賀博、安村誠司 (1995) : 後期高齢者の抑うつ状態と関連する身体機能および生活活動能力. 日本公衆衛生雑誌 42, 897-909.
- 10) 矢沢直美 (1994) : 日本老人における老人用うつスケール(GDS)短縮版の因子構造と項目特性の検討. 老年社会科学, 16, 29-36.

F. 研究発表

1. 論文発表
なし
2. 学会発表
なし

G. 知的所有権の取得状況

なし

高齢者の体力と健康度の関係に関する研究

分担研究者 川久保清 東京大学医学系研究科健康増進科学

高齢者の身体活動量と関連した体力測定項目を検討する目的で、山村部の高齢女性20人、男性16人について文部省新体力テスト、膝伸展力、重心動揺計検査を試行した。その結果、運動習慣、仕事、休まず歩ける距離を指標とした日常の身体活動量と関連があり、かつ高齢者においても実施率が高い種目は、握力、膝伸展力、重心動揺、6分歩行時間(男性のみ)であった。今後は、このような種目について、男女共に実施しやすいように改良し、個別評価システムを開発し、さらに日常の活動との関連を検討していく必要があるものと結論された。

A. 研究目的

高齢者にとっては単に寿命が延長するだけでなく、自立した生活をいかに長く送れるかの健康寿命の延長が今後の高齢社会において重要と思われる。自立した生活とは身体活動が保てることであり、それが出来るように体力増強支援が必要と思われる。しかし、高齢者にとってどの様な体力が身体活動が保てる生活、すなわち高齢者の健康に関連しているか十分には検討されていない。また、高齢者では歴年齢と身体機能年齢との乖離が大きくなり、多くのものが現状の身体活動量に満足して身体活動度が低下した状態を継続し、それが体力低下に結びつき、更には身体活動低下につながる悪循環に陥ってしまう。体力と健康との関連が明らかにされれば、身体活動をあげるための身体機能訓練の方向性が明らかにされることが期待される。一方、高齢者を対象とした体力測定法や身体活動量測定法についても十分には検討されていない。身体的自立を

目標とした体力測定法や身体活動量測定法の開発も合わせて必要である。本研究では、高齢者を対象として体力測定と身体活動量調査をおこない、身体活動度に関連した体力要素を明らかにすることを目的とした。本調査は予備調査であり、最終的には高齢者に適し、身体活動量と関連の深い体力測定法を開発し、また簡便な身体活動量調査法を開発するのが最終目的である。本年度は、高齢者の中でも体力要素の検討の少ない山村部の地域を対象とし、生活環境が制限された状況での身体活動と体力の関連を検討することを目的とした。

B. 研究方法

本研究では長野県の山村部のH村の高齢者を対象とした。H村は、南アルプスの中の川沿いの村で、人口2,500であり、職業は農林業が中心である。高齢者は自立して歩けることを条件に平成11年の秋に村のデイケアセンターに集合してもらい、問診と、血圧測定、体

力測定をおこなった。問診は、既往症、仕事の有無、運動習慣の有無、歩行時間と文部省体育局による日常生活活動調査とした。体力測定は、文部省体育局による新体力テストの65歳以上テストと、徒手筋力測定評価器(パワートラックⅡ、JTECH社製)による膝伸展力、両脚立位30秒間の重心動揺計測(アニマ社製、グラビコーダGS3,000)をおこなった。文部省の新体力テスト(65歳以上)は、握力、上体おこし、長座体前屈(以上は若年群と共通種目)、開眼片足立ち、10m障害歩行、6分間歩行からなり、総合評価されるものである。日常生活活動調査は、12項目の質問項目からなるが、今回は「休まないで、どれくらい歩けますか」に対する3択「1. 5～10分程度、2. 20～40分程度、3. 1時間以上」の項目について注目した。

検査は、朝9時からスタートとし、研究責任者が検査の内容を説明し、文書による同意書を取得した。昼食をはさんで午後3時までの間におこなった。10m障害歩行と6分間歩行については、最後の検査種目とした。

C. 研究結果

対象者は、女性20人(年齢70～88歳、平均79.5±4.9歳)、男性16人(年齢70～88歳、平均75.8±5.0歳)であった。各体力測定検査については、検査をおこなうかどうかは各人の意志にまかせた。その結果、各体力検査において、実施率が異なった。実施率が低い検査は、女性では上体おこし(75%)、開眼片足立ち(75%)、10m障害歩行(80%)、6分間歩行(30%)であった。男性では、上体おこし(81.3%)、6分間歩行(75%)であった。6分間歩行の実施率が低いのは、最後の種目であり、デイケアセンターの外で行うようにしたため

も理由の一つと考えられた。実施した体力測定において特に問題となる事故はなかった。

運動習慣(この地域ではゲートボールとウォーキングが盛んである)の有無別の体力測定結果を表1に示した(表1)。女性においては、両群で年齢に有意差がなく、主に筋力系の検査である握力と膝伸展力において有意差がみられた。

表1. 女性の運動習慣の有無別に有意差のある体力種目(t検定)

	無し(11)	有り(8)
年齢	79.3 ± 3.4	79.4 ± 5.6
握力(右)	14.7 ± 7.4	19.8 ± 5.0
握力(左)	15.2 ± 5.5	20.0 ± 5.0 #
膝伸展力(Nm)	26.8 ± 12.5	47.7 ± 15.8 *

p<0.1 * p<0.05

男性においては、運動習慣があるものは16人中5人であったが、運動習慣の有無別に年齢には有意差はなく、体力測定値では6分間歩行距離が運動習慣の無い群で逆に長い傾向があった。これには、運動習慣の無い群で1週間の仕事日数が長いことが交絡している可能性が考えられた(表2)。

仕事の有無別にみた場合には、男性は全員仕事がある者であったので、女性において仕事の有無別に検討した。その結果有意差があった体力測定項目はなかった。

次に日常生活活動調査の休まず歩ける時間について、3群間の一元配置分散分析をおこない、男女別に有意差のある項目について検討した。女性においては、3群の人数分布は、1(6人)、2(7人)、3(5人)であった。年齢を含めすべての体力測定項目結果について3群間で有意差がなかった。男性においては、開眼および閉眼時の単位時間あたりの軌跡長に3

表2.男性の運動習慣の有無別にみて有意差のあった項目 (t検定)

	無し (11)	有り (5)
年齢	75.8 ± 5.7	75.6 ± 4.0
6分距離 (m)	495 ± 36	450 ± 44#
仕事日数	6.4 ± 1.3	4.2 ± 2.5#

p<0.1 * p<0.05

群で有意差がみられ、休まず歩ける時間が長いほど、姿勢の安定性の指標である、単位時間あたりの軌跡長が短く、安定性が高いことが示された。外周面積には有意差がなかった。また、6分間歩行距離においても有意差がみられた(p<0.05)。

表3. ADL 別の体力指標 (男性)

	1(3人)	2(6人)	3(7人)
年齢	78.7 ± 4.8	76.7 ± 5.9	73.7 ± 2.9
体重	51.6 ± 4.0	63.0 ± 5.9	58.0 ± 2.2
6分距離	395	459 ± 22	512 ± 20

D. 考察

高齢者にとっての健康とは日常的に自立して生活が可能で、すなわち身体活動量が保てることである。本研究では、従来検討の少ない山村部にて調査をおこない、高齢者の自立度と体力の関連についての検討をおこなった。本研究の対象者は山間部で生活をする高齢者であり、対象人数も少ないが、高齢者にとって身体活動量と関連のある体力について示唆に富む結果が得られた。

まず日常的に軽度の運動習慣しかない、あるいは全く運動習慣のない高齢者にとって体力測定法が困難なことである。本研究では、文部省体育局が平成10年度に試行案として提唱

した、65歳以上の新体力テストを中心としておこなった。実際には、体力テストの内容を説明し、実施するかどうかは本人の意志にまかせた。その結果実施率が低い種目は、上体おこし、開眼片足立ち、歩行試験であり、筋力、長座体前屈の実施率は高かった。この新体力テストは、総合評価するようになっているが、実際には総合評価が可能であったのは、女性で25%、男性で75%であった。高齢者にとっては、総合体力評価でなく、日常自立と関連して、実施率の高い種目によって個別に評価するシステムが望ましいものと思われた。また、特に女性において実施率の低かった6分間歩行については、自立にとって重要な種目であるだけに、方法を再考する必要があるものと考えられた。

本研究では、日常生活の活動の程度の指標として、運動習慣の有無、仕事の有無、1度に歩ける時間を取り上げ、それと体力指標との関連を検討した。女性の運動習慣の有無別では、運動習慣のあるものの方が左手の握力と膝伸展力が大であった。このことは、日常生活において重要な筋力系を保つには、ウォーキングやゲートボールなどの軽スポーツが有用と思われた。一方、男性では運動習慣の無いものが、仕事の日数が多く、その結果として6分間歩行の距離が長いものと思われた。山村部の高齢者の男性にとっては、運動習慣より仕事があることが体力と関連しているものと思われた。日常生活活動能力については、「休まないでどれくらい歩けますか」の設問について群分けして検討した。その結果、男性においては、6分歩行距離に有意差がみられ、女性では有意差のある体力測定種目がみられなかった。この地域の高齢女性にとっては、歩くことが習慣化していない可能性が考えられた。このことは、女性において6分間歩行距離の実

施率が低いこととも関連していた。

なし

体力種目の中で、日常の身体活動習慣と関連がない種目は、上体おこし、開眼片足立ち、長座体前屈であった。特に前2者は、実施率も低く、高齢者の体力測定種目として適したものではない可能性がある。しかし、重心動揺計で両脚立位で測定した姿勢の安定性の指標は、男性の休まず歩ける時間との関連があった。姿勢の安定性は、高齢者の転倒防止の上で重要な体力指標とされているので、簡便にかつ姿勢の安定性を計測できる方法の開発がまたれる。

G. 知的所有権の取得状況

なし

(研究協力者：李 廷秀：東京大学医学系研究科健康増進科学)

E. 結論

高齢者の身体活動量と関連した体力測定項目を検討する目的で、山村部の高齢女性20人、男性16人について文部省新体力テスト、膝伸展力、重心動揺計検査を試行した。その結果、運動習慣、仕事、休まず歩ける距離を指標とした日常の身体活動量と関連があり、かつ高齢者においても実施率が高い種目は、握力、膝伸展力、重心動揺、6分歩行時間(男性のみ)であった。今後は、このような種目について、男女共に実施しやすいように改良し、個別評価システムを開発し、さらに日常の活動との関連を検討していく必要があるものと結論された。

F. 研究発表

1. 論文発表

川久保清、李 廷秀、池田ひろみ：歩行実践と健康改善—どのように歩けば健康によいのか—。臨床スポーツ医学 15(9):981-984, 1998

2. 学会発表

高齢者の長期持久性トレーニングの筋量と全身持久力への影響

分担研究者 田中 宏暁 福岡大学スポーツ科学部

研究協力者 進藤宗洋、萱嶋誠、熊原秀晃 福岡大学スポーツ科学部

中高齢者を対象に空気置換法を基準として皮脂厚法による除脂肪組織量推定の妥当性を検討した。その結果、皮脂厚法では中高齢者の場合除脂肪量が高く推定されるが、相関係数が $r=0.93$ と高かった。皮脂厚法からの除脂肪組織量を推定し青年と比較する場合には、この差異に留意する必要がある。

A. 研究目的

加齢に伴う形態的機能的変化で最も顕著なものに骨格筋の萎縮や骨密度低下に伴う除脂肪組織量の減少があげられる。本研究プロジェクトにおける筆者たちの目的の一つは身体運動の効用として加齢に伴う除脂肪組織量の減少をどこまで抑制できるかを明らかにすることである。しかし現在最も信頼性の高い除脂肪組織量の推定法は水中体重秤量法と二重エネルギーX線吸収法とされているが、前者は測定法の難易性で、後者は特殊な大がかりな装置を必要とする点でデータの集積が難しい。そこで本年度はもっとも簡易な方法であり、過去にデータが豊富に蓄積されている皮脂厚からの推定法の妥当性を中高齢者について検討した。

B. 方法

対象者は福岡市近辺に在住する55-87歳の健康な男15名、女16名の計31名である。早朝空腹時に福岡大学運動生理研究室で身体密度

と皮脂厚の測定を行った。

身体密度の測定には、近年開発された空気置換法と肺プレステチモグラフにより身体の体積を求めるBOD POD (Life Measurement Instruments, Concord, CA)を利用した(1)。この方法であれば水中に潜水することが困難な高齢者や肥満者にも手軽に計測できる利点がある。本測定法の妥当性についてはすでに報告されている(1)。除脂肪組織量の推定にはBrozekたちの式を用いた。またハーペンデン式の皮脂厚計により上腕背側部と肩甲骨下縁の皮脂厚を測定し、Nagamine & Suzuki (2)の式から除脂肪量を推定した。

C. 研究結果

対象者の体脂肪率は男 $25.6 \pm 5.9\%$ 、女 $31.4 \pm 7.7\%$ であった。BOD POD法(BD)に比して皮脂厚法(SF)で推定された除脂肪組織量は男女とも有意に高かった。BDとSFの間に男で $r=0.86$ 、女で $r=0.79$ 、男女こみで $r=0.93$ の有意な正相関関係が認められた。男女こみ

にした場合BDを従属変数、SFを独立変数にした回帰直線は $Y=0.77X+7.0$ (SEE=3.9kg)で、除脂肪組織量が多いものほどSFでは過大評価されることがわかった。

D. 考察

皮脂厚からの推定法は最もよく利用されている簡易法の一つである。最近では簡易法として単周波数によるインピーダンス計測を利用した方法が普及している。しかし原理的な問題で、身体的特徴が異なると除脂肪組織量との関係が変化する難点がある。しかも高齢者を対象として妥当性を検討した報告はほとんど見あたらない。筆者たちは青年を対象に水中体重秤量法をreferenceとして皮脂厚法とインピーダンス法との妥当性を比較検討しているが、両者には近似するか皮脂厚法の方がむしろ高い相関係数が得られた(未発表)。皮脂厚法は、皮脂厚そのものが評価対象になる利点があり、簡易測定法として捨てがたい魅力があるのでこの方法の妥当性を検討してみた。

除脂肪組織量の推定法として最も信頼されている方法の一つが水中体重秤量による身体密度測定法である。しかしこの方法は水中に潜水しなければならず、特に高齢者では正確に測ることが困難ことが多い。そこで本研究ではreferenceとしてBODPODを採用した。この方法は水中体重秤量法と同等の再現性があり、精度の高い方法であることが報告されている(1)。

本研究では皮脂厚法では除脂肪組織量が過大評価されてしまった。この結果は皮膚および皮下組織の弾力性が加齢により変化し、青年に比べ高齢者では一定圧で計測すると皮下脂肪組織厚に比して低い可能性がある。北川た

ち(3)は超音波法とキャリパー法で計測した皮脂厚とを比較し、圧縮率の加齢に伴う変化を報告している。それによれば本計測部位である上腕背側部と肩甲骨下部は他の部位に比べて加齢の影響は少ないものの男の肩甲骨下部以外は加齢に伴い漸増することを見いだしている。

しかしながら男女こみにした相関係数は高く、回帰式からのSEEは3.9kgで青年の3.4kg(未発表)に近似していた。皮脂厚法により除脂肪組織量を推定する場合少なくとも高齢者用の推定式を作成しなければならない。

E. 結論

身体密度を推定する回帰式の推定誤差は青年に近似しているものの、高齢者に皮脂厚法を用いると除脂肪組織量が高く推定されるので皮脂厚法を利用する場合青年との差異を留意する必要がある。

引用文献

- 1) McCrory MA et al. Med Sci Sports Exerc 27: 1686-1691, 1995.
- 2) Nagamine S and Suzuki S. Human Biol 36: 8-15, 1964.
- 3) 北川薫、桜井桂世 平成5-7年長寿科学総合研究費補助金報告書 11-17, 1995.

F. 研究発表

1. 論文発表
なし
2. 学会発表
なし

G. 知的所有権の取得状況

なし

高齢者の骨密度と身体活動量及び体力の関係

分担者：徳山薫平 筑波大学体育科学系・助教授

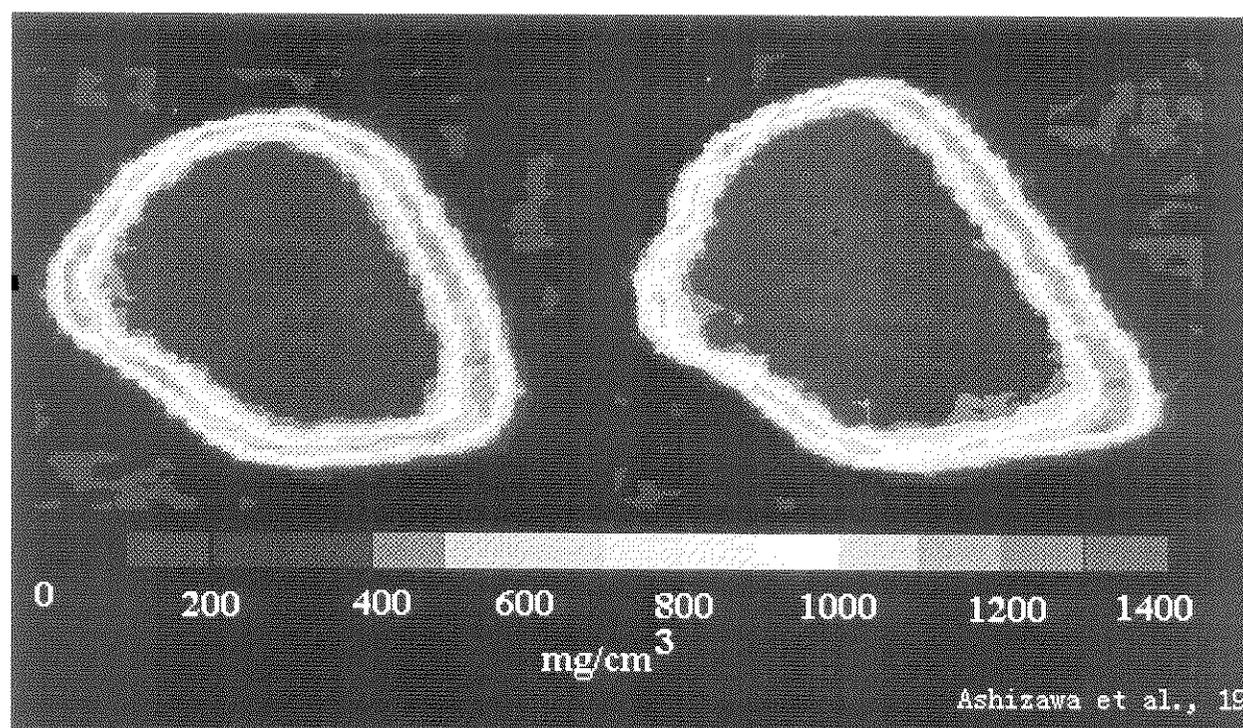
運動が骨の3次元構造に及ぼす効果を調べるために、pQCT(Peripheral Quantitative Computed Tomography)法を用いてテニス愛好家および一般健常人延べ238名の上腕骨(橈骨)の左右差を検討した。成長期を過ぎてからテニスを始めた40歳代の女性(78名)においても橈骨中間部の骨外膜周囲長は利き腕で増大しており、「成長期を過ぎた中高年者においても、長期間の運動習慣が骨の外側への成長を促すことで骨強度を増大させ、骨粗鬆症の予防として効果がある可能性」が示唆された。

A. 研究目的

運動は骨量増大作用をもち、骨粗鬆症の予防に有効であることが昔から知られているが、その基本的なメカニズムについては不明な点が多い。我々は、pQCT(Peripheral Quantitative Computed Tomography)法を用いて若年成人テニス選手の橈骨の左右比較から、成

長期の骨に力学的負荷が加わると体積骨密度が減少する可能性を示唆する結果を得て、最近発表した。

非使用腕(左図)に比べて、使用腕(右図)では骨外膜周囲長、骨内膜周囲長および皮質骨厚などが増大しており、骨の外側への成長が骨強度の増大をもたらしている。一



方、骨の体積密度は使用腕側でわずかに減少している (J. Appl. Physiol. 1999 印刷中)。

これは、2次元平面に投影された骨のX線像の解析に基づく従来からのDEXA法などにおいては、トレーニングによる骨横断面積の増大効果が投影面積当たりの骨塩量である面積骨密度に加算されていたことによる測定法の限界によると考えられる。本研究では、海綿骨と皮質骨の分別定量が可能ならぬに、骨の3次元構造の解析が可能なpQCT法を用いてテニス選手の非使用腕と使用腕を比較する形態学的研究から、運動が骨構造（海綿骨と皮質骨の体積骨密度、皮質骨厚、骨内膜周囲長、骨外膜周囲長、力学的特性など）に及ぼす効果について、中高年テニス愛好家を対象とした大規模調査を開始する。

B. 研究方法

3年以上の経験を有するテニス愛好家および一般健常人の同意を得て、女性192名、男性46名のpQCT測定と運動歴、履病歴などの質問調査および身長、体重、握力などの測定を行った。上腕骨のpQCT測定は、左右各8画像を撮影し、橈骨遠位部を海綿骨の測定に、中間部を皮質骨の測定に用いた。pQCT測定は通産省工業技術院機械研究所および筑波大学医療技術短期大学部・天貝均助教授、データ解析は国立ガンセンター研究所・芦沢典子博士、筑波大学体育科学系・斎藤慎一助教授との共同研究として行った。

C. 研究結果

本研究の基礎的検討の一環として、まず大学生テニス選手20名の測定を行なった。利き腕側の橈骨は、遠位部の海綿骨面積 (+6.8%)、

中間部の皮質骨厚 (+6.4%) が増大していたのに対し、皮質骨の体積密度 (-0.8%) はごくわずかに減少していることが認められた。

D. 考察

本研究において、長期間におよぶ運動習慣は骨の外側への成長 (cortical drift) を促し、骨強度の増大をもたらすものと考えられた (J. Appl. Physiol.、1999、印刷中)。成長期を過ぎてからテニスを始めた40歳代の女性 (78名) においても橈骨中間部の骨外膜周囲長は利き腕で増大しており、成長期から競技を開始した大学生の計測から示唆された結果と似ていた。現在は、pQCT装置の計測結果を校正するための人工骨モデルの作成を急いでおり、この作業完了を待って、骨密度などの計測結果の集計を行う。

E. 結論

「成長期を過ぎた中高年者においても、長期間の運動習慣が骨強度を増大させ、骨粗鬆症の予防として効果があるか否か」という問題について、テニス愛好家の橈骨構造の左右比較が有効であると考えられる。今後は、CT画像の更に精密な解析や、本年度の調査に協力を頂いた方々の追跡調査などを進めていきたいと考えている。

F. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

- 1) 芦沢典子、田島織絵、天貝均、斎藤慎一、徳山薫平、鈴木正成 長期的な力学的負荷が骨の3次元構造および力学的特性に及ぼす影響 第53回日本体力医学会 (横浜、平

成10年9月17日、体力科学47巻、6号、p870)

- 2) N. Ashizawa, O. Tajima, K. Hayashi, Y. Shirasaki, H. Amagai, M. Usuba, S. Saitoh, M. Suzuki and K. Tokuyama. Tomographic (pQCT) comparison of dominant and nondominant radius of 150 tennis players. 2nd Joint Meeting of The American Society for Bone Mineral Research and The International Bone and Mineral Society. (San Francisco, Dec 1-6, 1998. J. Bone Mineral Research vol 23, No 5, supplement, S470-S471, 1998)

G. 知的所有権の取得状況

なし