

も酒石酸耐性酸フォスファターゼ (TRACP-5b) も骨吸収のマーカーとして用いられている。骨形成マーカーの高値は骨形成の亢進を、骨吸収マーカーの高値は骨吸収の亢進を示唆するが、骨代謝が亢進している状態、つまり高代謝回転の状態においては、両者ともに高値であることが多く、両者を合わせて骨代謝回転マーカー (bone turnover marker) と称せられる。骨代謝マーカーの利用については日本骨粗鬆症学会のワーキンググループによってガイドラインがまとめられている。骨代謝マーカーが高値であることは、単に骨代謝の亢進を示すのみならず、それ自体が骨折リスクの高まりを示す独立した臨床的指標であることが最近示されている。

㊦ 診断の留意点

この診断基準は原発性骨粗鬆症に対するものであり、続発性骨粗鬆症をきたす疾患をもっている場合や、骨粗鬆症以外の骨量減少をきたす疾患を有している際には適用してはならない。骨量の測定のみで骨粗鬆症が診断されてはならず、病歴の詳しい聴取が必要であることはもちろん、血算、血清ならびに尿中カルシウム/リンの測定、肝・腎機能の把握、その他、必要な情報を得ながら診断を進めていく。

㊧ 治療

骨粗鬆症の予防と治療における基本は、危険因子 (▶表 3) の除去であり、他の生活習慣病と同様に食事と運動に関する留意、つまり非薬物療法が必要なことである。

近年、骨粗鬆症の予防や早期発見を目的とした骨粗鬆症検診も普及しつつあり、日常生活のなかに潜む危険因子に関する啓発活動は進んでいる。また、わが国における大腿骨頸部骨折の危険因子の究明もなされてきた。さらに遺伝的素因に関する検討も進行しており、環境因子との関連においても解析が期待されている。

▶表 3 骨粗鬆症の危険因子

除去しえない危険因子	加齢、性 (女性)、人種 (白人 > 黄色人種・黒人)、遺伝因子、遅い初潮、早期閉経
除去しうる危険因子	カルシウム不足、ビタミン D 不足、ビタミン K 不足、運動不足、日照不足、喫煙、過度の飲酒、多量のコーヒー

㊨ 薬物療法

骨粗鬆症の診断が下され、その合併症である骨折が発症する可能性が生じる 50 歳代後半以降には、骨量の維持/増加を介して骨折予防を目指す薬物療法を考慮すべきことが多い。薬物療法を開始するにあたっては、骨の評価と鑑別診断という診断のプロセスが確実に踏まれていることが必要である。

骨粗鬆症の薬物治療は、脆弱性骨折としての椎体骨折または大腿骨近位部骨折を有する場合は骨密度の測定結果にかかわらず開始することがすすめられ、それ以外の脆弱性骨折 (前腕骨遠位端骨折、上腕骨近位部骨折、骨盤骨折、下腿骨折) の場合は骨密度が YAM の 80% 未満である場合に薬物治療がすすめられる。脆弱性骨折がない場合には、骨密度が YAM の 70% 未満で薬物治療をすすめるが、70~80% 未満の場合には、大腿骨近位部骨折の家族歴 (両親いずれかに既往あり) か FRAX[®] の主要骨粗鬆症性骨折の 10 年確率が 15% 以上のときに薬物治療をすすめる。

㊩ 薬物の選択

薬物の選択にあたっては、理論的には骨吸収が亢進しているタイプには骨吸収抑制薬を、骨形成が低下している場合には骨形成促進薬を使用することが望まれる。

現在わが国で用いることができる薬物とその主な効果を表 4 にまとめた。わが国においては多くの薬物が使用可能であり、それぞれの特徴を生かした使用が望まれる。原則的には単剤を使用し、効果があり有害事象がないかぎり、できるだけ長く使用する。骨粗鬆症治療のガイドラインは 1998

▶表 4 骨粗鬆症治療薬の推奨グレード一覧

分類	薬物名	骨密度増加	椎体骨折防止	非椎体骨折防止	大腿骨近位部骨折防止
カルシウム薬	レ-アスパラギン酸カルシウム	C	C	C	C
	リン酸水素カルシウム	C	C	C	C
女性ホルモン薬	エストリオール	C	C	C	C
	結合型エストロゲン*1	A	A	A	A
	エストラジオール	A	C	C	C
活性型ビタミン D ₃ 薬	アルファカルシドール	B	B	B	C
	カルシトリオール	B	B	B	C
	エルデカルシトール	A	A	B	C
ビタミン K ₂ 薬	メナテトレノン	B	B	B	C
ビスホスホネート薬	エチドロン酸	A	B	C	C
	アレンドロン酸	A	A	A	A
	リセドロン酸	A	A	A	A
	ミノドロン酸	A	A	C	C
SERM	ラロキシフェン	A	A	B	C
	パゼドキシフェン	A	A	B	C
カルシトニン薬*2	エルカトニン	B	B	C	C
	サケカルシトニン	B	B	C	C
副甲状腺ホルモン薬	テリバラチド (遺伝子組み換え)	A	A	A	C
その他	イブリフラボン	C	C	C	C
	ナンドロロン	C	C	C	C

グレード A：行うよう強くすすめられる，グレード B：行うようすすめられる，グレード C：行うようすすめるだけの根拠が明確でない。

*1：骨粗鬆症は保険適用外，*2：疼痛に関して鎮痛作用を有し，疼痛を改善する（グレード A）

〔骨粗鬆症の予防と治療ガイドライン作成委員会（編）：骨粗鬆症の予防と治療ガイドライン 2011 年版，p.126，ライフサイエンス出版，2011 年より〕

年にまとめられ，その後改訂が繰り返され，最新版は 2011 年版である。

(1) 活性型ビタミン D₃

わが国で最も汎用されている骨粗鬆症治療薬は活性型ビタミン D₃ である。本薬物の骨折予防効果は，小規模な研究ながら早期から報告されている。活性型ビタミン D₃ 薬による骨量増加効果はわずかであるか，骨量が維持される程度であるが，有意な骨折予防効果が得られるとされている。アルファカルシドール，ロカルトロールに加えて近年エルデカルシドールが実用化された。

ビタミン K₂ 薬についても骨量増加をあまり伴わない骨折予防効果が観察されており，現在大規

模な前向き研究で骨折予防効果に関する検証が進められている。なお，ビタミン K₂ 薬は血液凝固抑制薬であるワルファリン服用患者には絶対禁忌である。

(2) ビスホスホネート

ビスホスホネート薬のうち第一世代とも呼ばれているエチドロン酸二ナトリウムについても椎体骨折予防効果が示されているが，窒素含有型のビスホスホネート薬ではそれを上回る効果が得られている。

窒素含有型ビスホスホネート薬の 1 つであるアレンドロン酸ナトリウム水和物は，すでに 1 つ以上の椎体骨折を有する対象については骨折リスク

を約半分に、椎体骨折を 2 つ以上有するさらなる高リスク群においては 84% のリスクを軽減し、大腿骨骨折についても 54% のリスク軽減が報告されている。同様の効果は、もう 1 つの窒素含有型のビスホスホネート薬であるリセドロン酸ナトリウム水和物においても認められている。上記 2 種は週に 1 回服用するものが普及しているが、さらにわが国で開発されたミノドロン酸には 4 週間に 1 回服用する製剤があり、アレンドロン酸については 4 週間に 1 回点滴静注製剤も利用可能になっている。

リセドロン酸は、平均 74 歳の骨粗鬆症女性患者を対象とした 3 年間のプラセボを対照としたランダム化前向き研究において、大腿骨頸部骨折の累積発生率を 40% 低下させている。一方、低骨量以外の“非骨性リスクファクター”をもつ平均年齢 83 歳の高齢女性を対象とした場合には、大腿骨頸部骨折の累積発生率に対して有意な効果をもたらさなかった。その理由はいくつか考察されているが、後期高齢者においては、ADL の低下、骨折歴などの危険因子が薬物療法では凌駕しがたいものであることも示唆されている。

(3) 性ホルモン

ホルモン補充療法 (hormone replacement therapy; HRT) は、閉経後骨粗鬆症の原因を治療するものともいえるが、その評価は最近大きく変容した。

閉経後骨粗鬆症における女性ホルモン補充療法はさまざまな更年期障害に対しても有効であり、エストロゲンの使用によって骨量減少を予防し、あるいは骨量を増加させ、大腿骨頸部骨折や前腕骨遠位端の骨折リスクを有意に抑えたという報告が多かった。これらのことにより、閉経後骨粗鬆症治療の“golden standard”とも考えられていた。

また、骨折予防をエンドポイントとした大規模なランダム化比較試験 (randomized control study; RCT) によってホルモン補充療法が見直されるようになった。特に米国国立衛生研究所 (NIH) によって企画され、1991 年に開始され 15 年間の前向き

研究であった WHI (Women's Health Initiative) 研究の影響が大きい。この研究は、閉経後女性における各疾患の発症予防対策を総合的に評価するものであり、骨折以外に虚血性心疾患、Alzheimer (アルツハイマー) 病などもエンドポイントに含まれている。この試験における骨折予防効果は有意なものであり、大腿骨頸部骨折、椎体骨折ともに 34% の減少、相対危険度 0.66 が得られた。

しかしながら、2002 年 5 月のデータならびに安全性諮問委員会において、エストロゲンとプロゲステロンを併用するホルモン補充療法はリスク (浸潤乳癌のリスク) がベネフィット (骨折抑制効果や結腸癌や直腸癌のリスク減少) を上回ると判断され、この部分の臨床試験は中止された。

現在では、閉経後骨粗鬆症の治療薬としてホルモン補充療法は“golden standard”ではなくなったといわざるをえないものの、閉経後早期の更年期障害を伴った患者においては、適応を十分考慮したうえで活用すべき治療法であろう。

(4) 選択的エストロゲン受容体モジュレーター (SERM)

SERM はエストロゲン受容体に対する作用を介して骨吸収抑制に働く (≡ NOTE-2)。代表的な SERM であるラロキシフェン塩酸塩は、骨や心血管系のエストロゲン受容体に対しては agonistic (作用促進的) に、子宮や乳腺においては antagonistic (抑制的) に作用する。

ラロキシフェンによる骨量増加効果や骨代謝マーカーの低下については再現性が高く、骨折予防効果については、大規模 RCT である MORE (multiple outcomes of raloxifene evaluation) study によって明らかにされた。この試験によると、既存骨折のない閉経後女性において、新規脊椎骨折の発症を 68%、既存骨折があった群においても 66% 減少させた。

また、NNT (number needed to treat to prevent one vertebral fracture) (≡ NOTE-3) という指標からみると、ラロキシフェンの効果はアレンドロン酸ナトリウム水和物に近く、食後の服用が

可能であることから服薬コンプライアンスの高さが期待される。同様の薬物にバゼドキシフェンがある。

(5) テリパラチド

テリパラチドは副甲状腺ホルモンの構造の一部を用いてつくられたものであり、骨形成を促進させる効果をもつ。現在は骨折リスクが高い骨粗鬆症患者について用いることができる。毎日1回自己注射するものと週に1回医療機関で注射するものがある。ただし前者は24か月、後者は18か月のみ使用可能である。

(6) その他

植物由来のフラボノイドであるイプリフラボンについては、骨折予防効果に関して否定的な報告が相次ぎ、今後の使用範囲は狭まってこよう。

蛋白質同化ホルモンには骨粗鬆症に適応をもつものがいくつかあるが、他の治療が無効な重症例以外には応用される場合は少なく、骨粗鬆症治療における臨床データの集積は少ない。

NOTE

④ 選択的エストロゲン受容体モジュレーター (selective estrogen receptor modulator; SERM)

主要な女性ホルモンであるエストロゲンは、子宮、乳腺、神経、血管、骨、免疫系細胞など、さまざまな臓器に対して作用する。その作用は核内の受容体にエストロゲンが結合することによって惹起される。閉経後骨粗鬆症の治療においてエストロゲンが有用であることは認められていたものの、子宮癌や乳癌のリスクを増大させることが欠点である。子宮や乳腺のエストロゲン受容体に対しては抑制的に、骨のエストロゲン受容体に対しては作用促進的に作用する薬物が探索され、ラロキシフェン塩酸塩を皮切りにして SERM が骨粗鬆症領域で実用化され始めた。

④ NNT

NNT (number needed to treat) とは、臨床試験において有効例一例を得るために治療することが必要な症例数を示す。骨粗鬆症の治療における NNT は、1 例の骨折予防を得るために治療することが必要な症例数であり、その数字が小さいほど治療効果が大いことを意味する。

▶表 5 転倒を反復する要因

内因	心血管系	1. 不整脈 2. 起立性(姿勢)低血圧 3. 心不全 4. 脳循環障害(内頸動脈狭窄、椎骨脳底動脈不全など) 5. その他(頸動脈洞不全)
	神経系	1. パーキンソニズム 2. 脊髄後索障害 3. 末梢性ニューロパシー 4. てんかん 5. 小脳障害 6. その他(不随意運動など)
	下肢運動系	1. 関節痛(関節リウマチ、変形性関節症など) 2. ミオパシー 3. 骨折、脱臼 4. その他
	感覚受容器	1. 白内障 2. 屈折異常、眼鏡不適合 3. 緑内障 4. その他
薬物		1. 鎮静薬、安定薬 2. 睡眠薬 3. その他(低血糖薬、パーキンソニズムを生じやすい薬物など)
	心因性(転倒不安、うつ状態など)	
外因		1. 照明不良 2. 生活環境変化 3. カーペット、床などの凸凹 4. 路上(室内)障害物 5. その他

(江藤文夫：歩行障害と転倒。医学と薬学, 19:37-42, 1988より改変)

また、骨粗鬆症の症状の1つとして腰痛があるが、さまざまな疾患によって生じるため鑑別診断が必要である。骨粗鬆症による腰痛の治療には、安静や湿布による局所療法のほかに、カルシトニン製剤による治療(筋注)が有用である。

④ 骨折の治療と予防

骨粗鬆症の合併症として最も重要なものは骨折であるが、脊椎の椎体骨折は安静ならびに疼痛のコントロール(カルシトニン、非ステロイド性抗炎症薬(nonsteroidal anti-inflammatory drugs; NSAIDs)、湿布、コルセットなど)といった保存的治療が主体となる。前腕骨、大腿骨頭部の骨折

が発生した際には整形外科医に治療を委ねることはもちろんである。

骨粗鬆症に対する治療効果を骨量で評価する場合には、最も精密に測定ができると考えられる腰椎のDXA法をもってしても6か月あるいはそれ以上の期間を要する。6か月から1年くらいのところで、それまでの治療を見直し、継続、追加、または変更をすることが望ましい。

骨折予防のためには骨自体の強度のみならず、筋力の増強、関節可動域の確保といった運動能力の維持・増進や転倒防止を念頭においた環境の整備も、特に高齢者においては重要な課題である。

繰り返す転倒の危険因子を表5にあげた。これらの把握と排除が重要である。

1 変形性関節症 (OA)

1 加齢による関節の変化と変形性関節症の病態

骨において骨吸収と骨形成が常時進行しているように、関節においては軟骨細胞によるコラーゲンやプロテオグリカンの合成と分解が繰り返されている。生理的な状態ではこれらの間のバランスが保たれ、恒常性が維持されている。

加齢に伴う変化として、基質内コラーゲン線維の増加、プロテオグリカンの相対的増加などが認められ、これらに加えて積年の荷重による負担が高齢者における変形性関節症 (osteoarthritis; OA) の増加をもたらしている。

変形性関節症は関節疾患のなかでも最も頻度が高いものであり、その病態は関節軟骨の変性を基盤に形成される。変性した軟骨基質がさらに関節運動で摩耗する。また、変性によって軟骨の弾性が低下し、関節軟骨に加わった負荷が軟骨下の骨に伝達されやすくなり、その刺激が骨の増殖を促し、関節の変形を引き起こすことになる。関節の

変形によって関節の運動制限と疼痛は増強され、さらには関節の拘縮をきたすことになる。

以上が変形性関節症に共通する病態であるが、それらによる臨床症状や対処の方法は発症する部位によって異なる。以下に、高齢者に頻発する変形性関節症について、部位別に概説する。

2 変形性脊椎症

1 病態

変形性脊椎症において変性する関節軟骨は、椎間板と椎間関節の軟骨である。椎間板は髄核と線維輪からなり、青年期においてはそれらの80～90%が水分であるが、壮年期以降減少し、高齢者では70%前後になるといわれている。このため、椎間板の弾力性が減弱し、変形をきたしやすくなる。

椎間関節は滑膜関節の1つである。他の滑膜関節と同様な加齢に伴う変化が椎間関節にも生じ、変形が進行する。これらの変化によって脊椎の機能障害や不安定化が引き起こされ、さまざまな臨床像を呈することになる。これらの変化が年余にわたって慢性的に継続することによって、70歳以降には椎間関節関節包の線維化、椎間板の高度狭小化、骨棘形成の進行という変化としてとらえられる。

2 症状

主要な症状は疼痛であり、進行した場合に脊椎の可動性が制限される。通常は神経症状を伴わないが、稀に神経根や脊髄、さらに稀には椎骨動脈の圧迫によって神経症状をきたすこともある。骨X線写真では、椎間板の狭小化や“真空現象”が認められる(⇒NOTE-4)。

3 治療

治療の第一は、まず椎間板と関節軟骨になるべく負担をかけないことであり、中腰での作業を避ける必要がある。また、腰椎の前彎を減少させる姿勢をとるような指導、固めのベッドをすすめる

なども有用であることが多い。

急性期の疼痛に対しては安静、鎮痛薬の処方、局部注射、硬膜外ブロックを用いる。理学療法としては牽引療法や電気療法などが用いられる。コルセットによる外固定は脊椎の不安定性に対して有効である。ただし、コルセットの長期間装着は体幹の筋力低下をきたす危険性があるため、症状の寛解に合わせて徐々に外すことをすすめる。

症状寛解期の腰痛体操としては腹筋を強化するものを中心に指導する。

③ 変形性膝関節症

㊦ 病態

変形性膝関節症は変形性関節症の代表的なものであり、整形外科における外来患者全体のなかでも最も多いものであろう。増悪因子として、加齢、肥満、その他のものがあげられるが、根本的原因は不明である。

なお、外傷や代謝性疾患に続発する二次性変形性膝関節症も一部に存在する。

㊦ 症状

主要症状は膝の運動痛であり、一般に可動域制限が生じる。また、進行すると伸展制限が増悪する。日本人では内反変形が多く、この場合、膝内側に疼痛が限局する。また、立位において、いわゆるO脚変形が認められる。

㊦ 診断

単純X線写真では、立位正面像（特に軽度屈曲位）において関節裂隙の狭小化が認められる。そ

NOTE

㊦ 真空現象

- 真空現象 (vacuum phenomenon) とは、椎間板が弾性減弱のために圧迫力による塑性変性をきたし、伸展位で陰圧になった椎間板断裂部に、主に窒素を含むガスが集積する像が見えることである。

の程度は関節軟骨の摩耗程度を示す。また、膝関節伸展位での立位正面像を撮影することにより、大腿骨頭中心と足関節中心とを結ぶ下肢機能軸偏位の評価が可能であり、特に整形外科的治療に有用であるとされている。

㊦ 治療

治療は、日常生活指導、装具療法、薬物療法、手術療法からなる。

(1) 日常生活指導

日常生活の指導としては、関節面に負担をかけないことを目標として、体重の減量、杖の使用、筋力強化（特に大腿四頭筋）をすすめる。肥満がある場合の減量は非常に有効であるので、ぜひ励まして実行させたい。

(2) 装具療法

装具としては足底板が用いられる。内側型の関節症には楔状の外側補高を付けたものを、外側型の関節症には内側補高の足底板を用いる。

(3) 薬物療法

疼痛に対してNSAIDsの内服療法が行われ、症状の消長に合わせて増減または休薬、そして再開される。ステロイド剤の関節内注入は疼痛増悪期に行われるが、副作用を勘案し、使用量は最小限にとどめる。高分子ヒアルロン酸は関節軟骨の再生を促す作用を有するとされている。

(4) 手術療法

手術療法の主な適応は、膝の内反変形が著明であるがADLは保たれている活動的な患者である。その場合、高位脛骨骨切り術による変形矯正が行われる。人工関節置換術は変形が高度で膝の内外両側の関節面に変性が及んだ症例や、活動性の低い高齢症例において考慮する。

④ 変形性股関節症

㊦ 病態

変形性股関節症の70～80%は二次性のものであるとされている。すなわち、原疾患に続発するも

のが多い。原疾患としては臼蓋形成不全が最も多い。股関節関節面にかかる力学的負荷は大きく、関節面がわずかに減少していても関節軟骨にかかる負担は増大する。

㊦ 症状

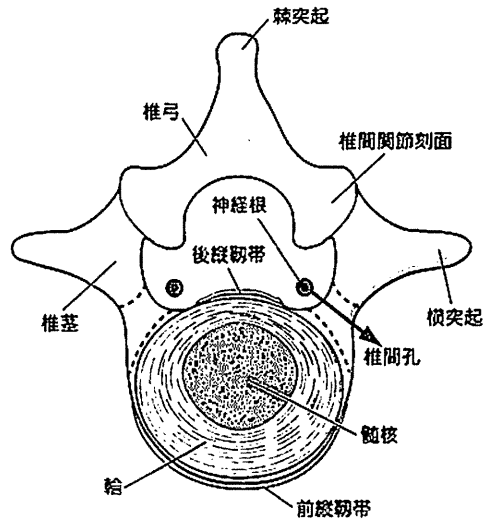
初期症状は歩行時や荷重時の疼痛であり、より末梢や体幹への放散痛もしばしば認められる。進行すると逃避性の跛行や安静時痛も生じてくる。股関節の可動域は減少し、日常生活での支障が増大していく。

診断には単純 X 線検査が有効であり、両股関節単純正面像での center-edge angle (CE 角) が臼蓋側方被覆度を判定するのに有効である。この数値が 15° 以下の場合、変形が進行するとされている。

㊦ 治療

治療においては他の部位における変形性関節症と同様、免荷が重要であり、体重減量や重い物を持たないことは保存療法での基本である。疼痛に対して NSAIDs の内服や外用が行われる。手術療法は骨切り術による変形の矯正と人工股関節置換術によるものに分けられる。近年後者が普及しており、よい成績が収められている。

ただし、高齢者においては、術後の血栓による臓器障害の可能性や人工関節周囲の骨吸収の可能性なども考慮したうえで、慎重に適応を決定する必要がある。



▷ 図 2 脊椎の構造と後縦靭帯

骨化する。また、欧米人に比べてアジア人に多く発症するという特徴をもつ。日本を含めた東南アジアでは、50 歳代の男性を中心に人口の約 2% に発症するが、欧米では稀な疾患である。その重症度はさまざまであるが、骨化が高度に進行した場合、脊髄圧迫による脊髄症をもたらす疾患であり、難病に指定されている。

本症は頸椎に好発し、胸椎以下での発症頻度は低い。このため、多くの臨床症状は一般の頸椎症と同様である。骨化した靭帯による脊柱管の狭窄が 60% を超えると、ほとんどの場合、脊髄症を発症する。また、通常の頸椎症に比べて、より軽微な外傷をきっかけに重篤な脊髄症を発現する危険が高く、注意が必要である。

㊦ 後縦靭帯骨化症(OPLL)

1 病因と病態

後縦靭帯は脊椎椎体後面を連結する靭帯であるが(▷ 図 2)、後縦靭帯骨化症 (ossification of posterior longitudinal ligament: OPLL) において、現時点では原因不明の機序によって、この靭帯が

2 診断

本症の診断は X 線画像による骨化の証明と臨床症状によってなされる。骨化が軽度の場合、臨床症状との因果関係は慎重に検討すべきであり、鑑別診断を怠ってはならない。また、単純 X 線写真で骨化の有無を判定することが困難であるときは断層撮影を行う。

骨化のパターンによって、連続型、分節型、混合型、その他に分類される。

CT 撮影では骨化の水平方向の広がり、MRI では骨化と脊椎との関係がよくとらえられる。

③ 治療

軽症例に対しては、頸椎の安静を保持する目的で頸椎牽引や頸椎カラー装着による治療を行う。ブロック療法は疼痛が激しい場合に行われる。手術療法は、これらの保存的治療を行っても症状の改善が認められず、疼痛や脊髄麻痺によって日常生活に対する支障が生じた際に考慮する。

F 関節リウマチ (RA)

① 病態と症状

自己免疫疾患のなかで関節リウマチ (rheumatoid arthritis; RA) は最も高頻度に発症するものである。RA は一般的に女性に多く、発症年齢のピークは 40 歳代にあるが、発症年齢層は幼児から高齢者まで広い範囲に及ぶ。

高齢者における RA を考えるとき、若年発症で長い経過をたどってきた症例と高齢期に初めて発症した症例の両方が存在することを念頭におく必要がある。近年の研究により、高齢発症 RA の臨床的特徴がとらえられつつあり、若年発症のものに比べて予後が良好であることも示唆されている。

RA の臨床像は診断基準 (▶表 6) に明らかにされているが、本症に対する長期の薬物療法が二次的にもたらす影響が臨床像に重なってくることも忘れてはならない。また、関節周囲の骨量低下のみならず、全身的な骨量減少が原疾患ならびに治療薬 (特に免疫抑制剤やステロイド剤) によって引き起こされる可能性もあり、骨折予防を念頭においた二次性骨粗鬆症に対する注意が必要である。

▶表 6 関節リウマチ診断基準
(アメリカリウマチ学会, 1987)

関節リウマチを診断するには、基準として以下の 4 項目以上が存在しなければならない。

- 1 1 時間以上の朝のこわばりが、少なくとも 6 週間以上あること
- 2 3 か所以上の関節腫脹が、少なくとも 6 週間以上あること
- 3 手関節、中手手節間 (MP) 関節、または近位指節間 (PIP) 関節の腫脹が少なくとも 6 週間以上あること
- 4 対称性関節腫脹
- 5 関節リウマチに定型的な、骨びらんあるいは明確な骨脱灰像を含む手の X 線所見
- 6 リウマトイド結節
- 7 正常人の 5% 以下が陽性となる方法での血清リウマトイド因子

② 治療

RA に対する治療は、薬物療法と運動機能の維持や改善のための運動療法、リハビリテーションである。薬物療法に用いられる薬物は、NSAIDs、抗リウマチ薬 (disease modifying anti-rheumatic drugs; DMARDs)、免疫抑制剤、ステロイド剤に大別される。

一般的には診断が確実であって、疾患の活動性があるならば、なるべく早期に NSAIDs と DMARDs を使用する。これらの薬物は臨床症状の程度と経過を注意深く観察しながら選択され、用量が決定されなければならない。

しかしながら、高齢者においては、薬物の副作用発現の頻度が若年者に比べて高いことや、すでに諸種の治療を受けつつ長い経過をたどっている症例も多く存在することを考慮する必要がある。個々の症例における諸臓器の予備能、RA 以外の併発症とその治療、薬物相互作用を避けることなどを十分に勘案し、慎重な処方望まれる。

先にも述べたように、高齢者 RA 患者においては骨粗鬆症の予防と治療に注意を払う必要がある。もともと骨粗鬆症は高齢者において高頻度で発症するうえに、RA の病態とその治療薬がそれぞれ

骨量低下をまねく要因となる。特にステロイド剤を使用する際には治療早期から骨粗鬆症治療薬を併用し、骨量減少、さらには骨折の予防を目指すべきである。経過中の定期的な骨量測定と脊椎 X 線撮影による骨の評価が必要である。

⑥ 理学・作業療法との関連事項

骨粗鬆症による骨折が生じた場合、急性期における理学・作業療法は、疼痛緩和に重きをおいたものである。疼痛がコントロールされてからは、骨折再発予防を念頭においた転倒予防の指導が必要である。

変形性関節症の治療においては、疼痛管理、関節可動域の維持・拡大に向けて理学・作業療法が果たす役割は大きい。関節リウマチによる関節変形が強い場合には手術療法の適応となる。各診療科が連携した診療が必要であり、理学・作業療法においても病期や状態に適合した対応が必要である。

★療法士の視点から

本章で述べられていることは、理学・作業療法士にとって専門的なところなので、逆にそのことに安心してしまい、復習や新たな知識の習得

に力が注がれていない危険性もある。この点は厳に意識しておくべきで、常に研鑽する姿勢が求められる。

また、骨・運動器については、理学・作業療法士が健康教育などの場面で、一般市民に知識を提供することが多いが、時に誤った情報を提供していたり、内容は正しくとも難解に過ぎて、結果的に効果が得られていない場面に出会うこともある。

このようなことを防ぐには、たとえば、理学・作業療法士どうして互いの知識を確認し合ったり、一般市民を想定して知識の伝え方が適当であるかなどのチェックを行うことが効果的である。

◎引用文献

- 1) Cauley, J.A., et al.: Risk of mortality following clinical fractures. *Osteoporos Int.* 11:556-561, 2000.
- 2) 骨粗鬆症の予防と治療ガイドライン作成委員会(編): 骨粗鬆症の予防と治療ガイドライン 2011 年版. ライフサイエンス出版, 2011.

◎参考文献

- 1) 折茂 肇ほか: 原発性骨粗鬆症の診断基準 (2000 年度改訂版). 日本骨代謝学会雑誌, 18:76-82, 2001.
- 2) 骨粗鬆症の治療(薬物療法)に関するガイドライン作成ワーキンググループ: 骨粗鬆症の治療(薬物療法)に関するガイドライン—2002 年度改訂版. *Osteopor. Jpn.*, 10(4):635-709, 2002.
- 3) 日本骨粗鬆症学会 骨粗鬆症診療における骨代謝マーカーの適正使用に関する指針検討委員会: 骨粗鬆症診療における骨代謝マーカーの適正使用ガイドライン (2002 年度版). *Osteopor. Jpn.*, 10:251-261, 2002.



- 高齢者の骨折を引き起こす要因をまとめ、予防策を考える。
- 骨粗鬆症の診断と治療をまとめる。
- 変形性関節症の病態と部位ごとの特徴を理解する。
- OPLL (後縦靭帯骨化症) の特徴をまとめる。
- 関節リウマチの治療と理学療法・作業療法の方法を検討する。

Regular exercise history as a predictor of exercise in community-dwelling older Japanese people

Rumi Kozakai^{1,2*}, Fujiko Ando^{2,3}, Heung Youl Kim^{2,4}, Taina Rantanen¹ and Hiroshi Shimokata²

¹ Gerontology Research Center, University of Jyväskylä, P.O. Box 35 (Viveca), Jyväskylä, FIN-40014, Finland

² Department for Development of Preventive Medicine, National Center for Geriatrics and Gerontology, 35 Gengo, Morioka-cho, Obu, Aichi, 474-8511, Japan

³ Faculty of Health and Medical Sciences, Aichi Shukutoku University, 9, Katahira, Nagakute, Aichi, 480-1197, Japan

⁴ Department of Sport and Health Science, Tokai Gakuen University, 21-233, Nishinohora, Ukigai-cho, Miyoshi, Aichi, 470-0207, Japan

Received: November 1, 2011 / Accepted: February 6, 2012

Regular exercise history as a predictor of exercise in community-dwelling older Japanese people

Rumi Kozakai^{1,2*}, Fujiko Ando^{2,3}, Heung Youl Kim^{2,4}, Taina Rantanen¹ and Hiroshi Shimokata²

¹Gerontology Research Center, University of Jyväskylä, P.O. Box 35 (Viveca), Jyväskylä, FIN-40014, Finland

²Department for Development of Preventive Medicine, National Center for Geriatrics and Gerontology, 35 Gengo, Morioka-cho, Obu, Aichi, 474-8511, Japan

³Faculty of Health and Medical Sciences, Aichi Shukutoku University, 9, Katahira, Nagakute, Aichi, 480-1197, Japan

⁴Department of Sport and Health Science, Tokai Gakuen University, 21-233, Nishinohora, Ukigai-cho, Miyoshi, Aichi, 470-0207, Japan

Received: November 1, 2011 / Accepted: February 6, 2012

Abstract A physically active lifestyle is important across the entire life span. However, little is known about life-long participation in regular exercise among older people. The purpose of the present study was to describe regular exercise throughout a person's lifetime and evaluate the impact of exercise earlier in life on participation in exercise at age 60 and over. The participants were 984 community-dwelling older people aged 60 to 86 years. Each participant's life was divided into five age categories: 12-19, 20-29, 30-39, 40-59, and 60 years and over. The association between exercise at an earlier age and that at 60 years and over was assessed using logistic regression analysis adjusted for potential confounders. Men had exercised throughout their lives more than women. Among women, participation in exercise during their 20s and 30s showed a sharp decline. The preference for exercise differed according to age and gender. Among men, the most common patterns of exercise throughout life were exercise during all the age categories, and starting exercise at age 60 and over; whereas in women the most common pattern was no exercise at all. The adjusted odds ratio of exercise at 40-59 years for exercise at age 60 and over was 5.85 (95% confidence interval: 3.82-8.96) among men and 6.89 (4.23-11.23) among women. Regular exercise in the younger age categories affected exercise at age 60 and over among men, but not among women. Regular exercise at 40-59 years was a strong predictor of exercise at 60 years and over in both men and women.

Keywords : regular exercise, older people, life course, random sampling data

Introduction

Physical activity is an important health behavior across the course of one's life. The benefits of physical activity in preventing health decline and physical function loss have been demonstrated, especially for frail and aged people¹. The Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology in Japan reported that the participation rate of older people in physical activity and fitness has slightly increased in the past decade^{2,3}. However, more than 40 % of older people aged 70 years and older did not participate in any exercise during the past year⁴. Insufficient physical activity remains a public health concern among older people in Japan.

Engaging in sports activities in childhood and adolescence is known to predict physical activity in adulthood⁵. A low level of physical activity in early life has been found to predict physical inactivity in adulthood⁶. However,

most longitudinal studies have demonstrated that sports activities in early life have an effect on physical activity in young adulthood^{5,6}. It remains unclear whether sports activities in early life are associated with physical activity at an older age. Some studies have found that a history of physical activity was associated with current physical activity in older people^{7,8}. In an earlier study we found that the experience of exercise in adolescence was associated with a higher level of leisure-time physical activity in middle-aged and elderly Japanese women⁹. However, little basic descriptive data exists on individual variation in participation in exercise throughout the life span and the impacts of early exercise on physical activity in later life among community-dwelling Japanese older people.

The purpose of the present study was to describe regular exercise throughout the life course and evaluate the effect of early exercise on the participation in exercise at the age of 60 years and over.

*Corresponding author. kozakai@ncgg.go.jp

Methods

Study population. The investigation is a part of the 4th survey of the National Institute for Longevity Sciences - Longitudinal Study of Aging (NILS-LSA), which is a follow-up study on the causes of geriatric diseases and health problems in older people. The NILS-LSA was based on data obtained from interviews and laboratory examinations of medical, nutritional, psychological, and physical fitness variables. The details of the study can be found elsewhere¹⁰. The initial survey of the NILS-LSA involved 2,267 men and women aged 40-79 years, including almost 300 men and 300 women for each decade (40s, 50s, 60s and 70s). The participants were gender- and decade age-stratified random samples of the residents of Obu-shi and Higashiura-cho, Aichi Prefecture, in central Japan. The participants were drawn from resident registrations in cooperation with local governments. All subjects lived or had lived at home in the community. The participants in the present study comprised 523 men and 461 women aged 60-86 years. All the NILS-LSA procedures were already approved by the Ethical Committee of the National Center for Geriatrics and Gerontology, and all of the participants signed a written informed consent.

Measures and Procedures. Regular exercise was assessed using a questionnaire and an interview. The questionnaire was based on a questionnaire developed by the Japanese Lifestyle Monitoring Group¹¹. The participants were asked for the type, time, frequency and duration of their regular exercise from the age of 12 years to the present with the question "What physical activities or sports have you participated in during these age categories?" The participants reported the types of physical activities and sports they had engaged in from a list of alternatives. These were coded as 1) light activities such as walking, gymnastic exercise and gardening, 2) moderate activities such as brisk walking, dancing and swimming for pleasure, 3) vigorous activities with increased breathing and sweating such as jogging and playing tennis, 4) exhausting activities such as various competitive sports. Frequency of participation was defined as how often they participated in physical activities or sports per week. The duration of each activity was calculated with 1 year as the basic unit. Physical activities or sports that were engaged in for at least 20 minutes, once a week and over 1 year, excluding physical education at school, were defined as regular exercise. Life span was divided into five age categories: 12-19, 20-29, 30-39, 40-59 and 60 years and over. The age categories of 40 and over included more years with reference to previous studies^{7,8}, showing physical activity to be stable in middle age¹².

If participants engaged in a number of regular exercises during the same period, the exercise with the longer duration was selected. Interviews were performed by trained staff.

Potential confounders, included age, education, marital

status (never married, married, separated, divorced and be-reaved), annual income (6,500,000 yen or less vs. more than 6,500,000 yen) and chronic conditions including smoking status (never, former and current), self-rated health (excellent, very good, good, fair and poor) and prevalent diseases (hypertension, ischemic heart disease, diabetes, osteoporosis, arthritis and cancer), were investigated using a questionnaire and interview by a physician. Height and weight were measured using a digital scale. Body mass index was calculated by weight divided by height squared (BMI; kg/m²). Body fat mass was assessed by dual X-ray absorptiometry (DXA; QDR-4500A, Hologic, USA). Work-related physical activity was estimated using the same questionnaire developed by the Japanese Lifestyle Monitoring Group¹¹. Work activities were assigned an intensity coefficient of 1.5, 2.5, 4.5 and 7.5 METs (metabolic equivalents) for sedentary work, work done standing or walking, moderately strenuous work and strenuous work, respectively. The work activity scores were calculated by multiplying the intensity coefficients by the total number of minutes spent on the activity over the last 12 months.

Statistical analysis. The statistical significance of the differences in social and health conditions were analyzed by the Cochran-Mantel-Haenszel test for categorical variables and Student's t-test for continuous variables according to participation in regular exercise at age 60 and over. The participation rate in regular exercise was calculated as the percentage of participants who engaged in exercise in each age category. Gender differences in the participation rate in each age category were analyzed using Pearson's chi-squared test. The relationship between regular exercise in the younger age categories and at age 60 and over was evaluated using multiple logistic regression analysis. Both the unadjusted model and the model adjusted for all potential confounders were analyzed. The analyses were performed for men and women separately, as the gender difference in the participation rate in regular exercise was considerable. Statistical testing was performed using the Statistical Analysis System (SAS), release 9.1.3 (SAS Institute Inc. NC, USA). Probability levels of less than 0.05 were considered to be significant.

Results

Table 1 shows the characteristics of the participants by gender according to participation in regular exercise at age 60 and over. The mean age of the study population was 70.0±6.6 years in men and 69.8±6.7 years in women. Age, weight, BMI, annual income, work-related physical activity, smoking, self-rated health, hypertension and arthritis for men; and height, education, work-related physical activity for women were associated with regular exercise at age 60 and over (p<0.05).

The participation rates in regular exercise for age categories 12-19, 20-29, 30-39, 40-59 and 60 years and over

Table 1. Characteristics of the participants according to regular exercise at age 60 and over for men and women

		Men		p-value	Women		p-value
		Regular exercise			Regular exercise		
		Yes n=342	No n=181		Yes n=263	No n=193	
Age	years	70.4 ± 6.3	69.2 ± 7.2	0.048	69.7 ± 6.4	70.2 ± 7.0	0.503
Height	cm	163.6 ± 5.7	162.7 ± 5.9	0.108	150.5 ± 5.6	149.1 ± 6.2	0.010
Weight	kg	62.3 ± 9.0	59.2 ± 8.3	<0.001	51.8 ± 7.7	51.7 ± 8.7	0.829
BMI	kg/m ²	23.3 ± 2.8	22.3 ± 2.8	<0.001	22.9 ± 3.0	23.2 ± 3.4	0.246
Body fat	%	22.9 ± 4.4	22.5 ± 4.6	0.395	32.4 ± 5.1	32.6 ± 5.5	0.688
Education	years	11.9 ± 2.9	11.7 ± 3.0	0.513	11.1 ± 2.3	10.6 ± 2.5	0.033
Marital status	%			0.097			0.295
	Never	0.0	2.2		3.1	3.7	
	Married	94.4	91.2		71.7	64.0	
	Separation	0.6	0.6		0.4	0.0	
	Divorce	0.6	0.6		1.9	4.2	
	Bereavement	4.5	5.5		23.0	28.0	
Annual income	%						
	6,500,000 yen and higher	24.8	35.2	0.013	25.8	29.4	0.401
Work-related physical activity	METs*min* 10 ⁻³	130.8 ± 135.9	170.7 ± 151.7	0.002	183.0 ± 85.5	206.8 ± 109.0	0.010
Smoking	%			<0.001			0.910
	Never	24.8	20.3		93.9	94.2	
	Former	58.1	47.3		2.3	2.6	
	Current	17.1	32.4		3.8	3.1	
Self-rated health	%			0.001			0.287
	Excellent	6.5	0.6		3.8	5.2	
	Very good	33.3	24.7		21.7	15.6	
	Good	52.2	63.2		65.0	66.2	
	Fair	7.7	9.9		9.1	12.5	
	Poor	0.3	0.6		0.4	0.5	
Prevalent diseases	%						
	Hypertension	44.5	31.3	0.003	40.7	41.2	0.921
	Ischemic heart diseases	6.2	9.3	0.188	7.2	6.8	0.852
	Diabetes	11.5	11.0	0.860	7.2	5.2	0.385
	Osteoporosis	1.2	3.3	0.093	16.4	17.2	0.827
	Arthritis	4.4	11.5	0.002	11.8	17.2	0.102
	Cancer	6.2	6.6	0.859	5.7	9.4	0.136

Continuous variables are presented as means ± standard deviation (SD), and categorical variables are presented as percentages. The differences between groups were analyzed by Student's t-test for continuous variables and by Cochran-Mantel-Haenszel test for categorical variables. Bold represents significant p-value (<0.05). BMI, Body mass index. METs, Metabolic equivalents

are shown Table 2. The percentage of men who had regular exercise was significantly higher than that of women in all of the age categories (p<0.05), except for 40-59 years. Among women, a large drop in the percentage reporting participation in exercise was found during the ages of 20-29 and 30-39 years.

The popular type of exercise reported for the different age categories is presented in Tables 3a and 3b. The most popular activities and sports differed both by gender and

by age category. Men frequently reported team sports such as baseball and softball up to 40-59 years of age. In women, volleyball was frequently reported up to 30-39 years of age, while dancing and gymnastics exercise were more likely to be reported among those over 20 years of age. At age 60 and over, walking was the most popular exercise among both men and women.

All the possible patterns of participation in regular exercise from age 12 to the present were examined. Thirty-two

different patterns were identified (Figure 1). In men, the most common patterns were participation in regular exercise during all the age categories (12.6%) and participation in regular exercise at age 60 and over (12.6%). In women, the most common pattern was no regular exercise in any age category (21.1%), followed by participation in regular exercise at age 40 and over (14.3%).

Table 4 shows that participating in regular exercise at age 60 and over is related to participation in regular exercise across one's life span. The participants who had exercised at younger age categories were more likely to participate in exercise at age 60 and over for both men and women.

The odds ratios (OR) and 95% confidence intervals (CI) for those who regularly exercised at age 60 and over are shown in Table 5. Although, among men, the results of the unadjusted model for the age category 12-19 years

was of borderline statistical significance (OR1.42, 95% CI 0.99-2.05), the odds ratio for participating in exercise at age 60 and over was higher for men who had regular exercise during each age category. The highest odds ratio was 4.63 (95%CI 3.07-6.98) among men who had regular exercise at 40-59 years. In women, regular exercise in the earlier age categories did not correlate with exercise at age 60 and over. However, the odds ratio for participating in exercise at age 60 and over was about six times higher among those who had regular exercise at 40-59 years (OR 5.85, 95%CI 3.82-8.96). After adjusting for age (continuous variable), BMI (continuous variable), education (continuous variable), annual income (6,500,000 yen or less/more than 6,500,000 yen), work-related physical activity (1SD), smoking (never/ former/ current), self-rated health (excellent/ very good/ good/ fair/ poor) and chronic diseases (Yes/ No), the associations remained in both men and women. Regular exercise at 40-59 years was strongly associated with exercise at age 60 and over in both men (OR 5.96, 95%CI 3.72-9.57) and women (OR 6.89, 95%CI 4.23-11.23).

Table 2. Participation rate in regular exercise across the life course

age (years)	Men (n=523)		Women (n=461)		p - value
	n	%	n	%	
12-19	311	59.5	198	43.0	<0.001
20-29	173	33.1	29	6.3	<0.001
30-39	155	29.8	62	13.5	<0.001
40-59	233	44.6	203	44.0	0.871
60 and over	342	65.4	263	57.1	<0.001

Numbers and percentages are shown for those who participated in regular exercise divided into five age categories. Pearson's chi-squared test. df=1.

Discussion

The present study described regular exercise throughout a person's life and evaluated the impact of early regular exercise on participation in exercise at age 60 and over.

Previous longitudinal studies suggest that physical activity in early life tracks to later life^{5,6}). However, most studies have tracked physical activity from childhood and adolescence to young adulthood and the coefficients re-

Table 3a. Popular types of regular exercise across the life course among men (n=523)

age (years)	1st		2nd		3rd	
		%		%		%
12-19	Baseball	16.6	Track & Field	11.9	Judo	8.4
20-29	Baseball	11.9	Softball	4.6	Table tennis	4.0
30-39	Golf	7.6	Softball	6.5	Baseball	5.9
40-59	Golf / Walking *	16.1			Softball	7.6
60 and over	Walking	34.4	Brisk walking	18.4	Golf	13.2

Percentages are shown for those who participated in the exercise. *, Both golf and walking share in 1st place with the same percentage.

Table 3b. Popular types of regular exercise across the life course among women (n=461)

age (years)	1st		2nd		3rd	
		%		%		%
12-19	Volleyball	15.8	Softball	7.8	Table tennis	6.1
20-29	Volleyball	1.7	Dancing	1.3	Tennis	0.9
30-39	Volleyball	3.5	Walking	2.8	Tennis, Dancing or Softball	1.5
40-59	Walking	13.9	Gymnastics exercise	8.7	Dancing	8.5
60 and over	Walking	24.7	Gymnastics exercise	15.4	Brisk walking	9.5

Percentages are shown for those who participated in the exercise.

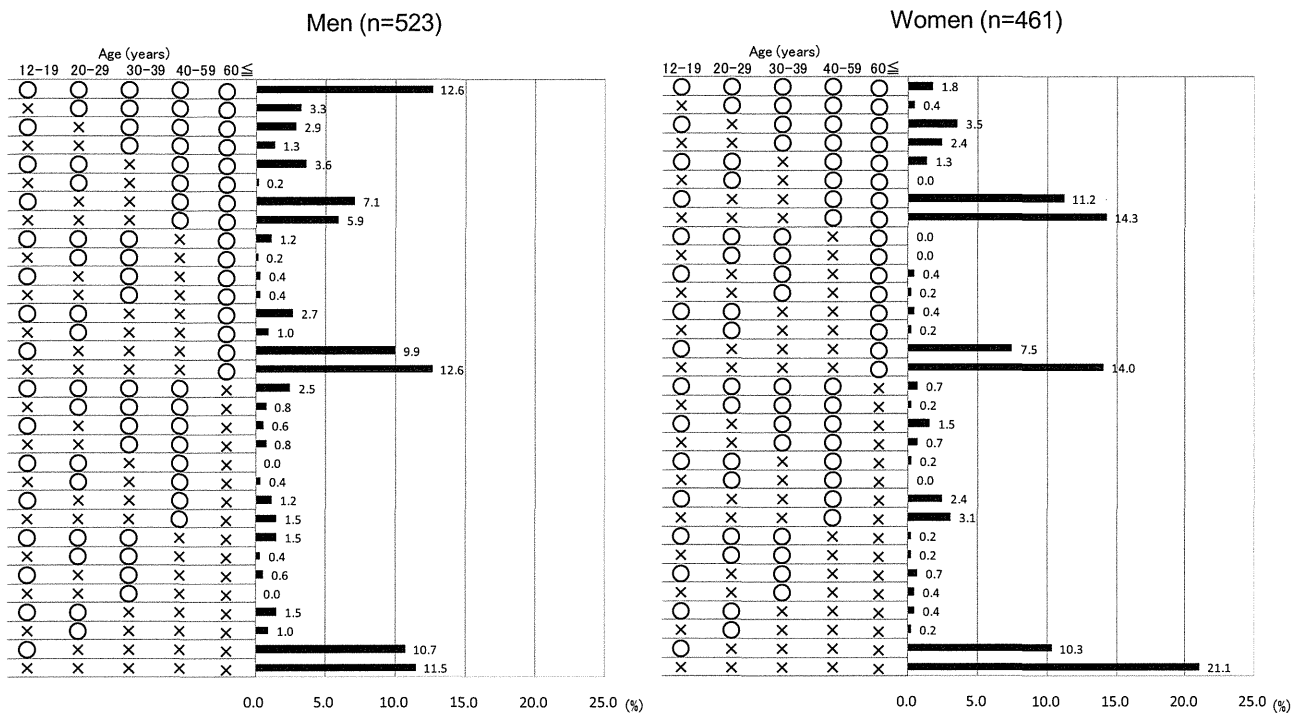


Fig. 1 Participation pattern in regular exercise across the life course for men and women, separately
 Regular exercise status: (o) = participants who engaged in regular exercise, (x) = participants who did not engage in regular exercise

Table 4. Distribution of participation in regular exercise at age 60 and over according to participation in regular exercise across the life course

age (years)	Regular exercise	Men (n=342)		Women (n=263)	
		n	%	n	%
12-19	No	130	61.3	144	54.8
	Yes	212	62.0	119	60.1
20-29	No	213	60.9	244	56.5
	Yes	129	74.6	19	65.5
30-39	No	225	61.4	223	56.0
	Yes	117	75.5	40	64.5
40-59	No	148	51.3	104	40.3
	Yes	194	83.3	159	78.3

Numbers and percentage are shown for those who engaged in regular exercise at age 60 and over.

ported have been only low or moderate⁵). In another study, the correlation between the time points studied was found to weaken over time¹³). Only a few studies have examined whether physical activity in early life tracks to an older age. Retrospective findings that past physical activity predicts physical activity in older people^{7,8}) can help to explain the positive association between experiences of exercise and physical activity later in life. However, basic descriptive data on individual exercise history throughout life is lacking for the community-dwelling older people in Japan. Assessing life-long regular exercise and the contribution of past exercise experience to engagement in regular exercise later in life are the underlying considerations when promoting an active lifestyle throughout a person's life.

Our finding that men are more physically active than women throughout their lives is partially supported by pre-

Table 5. Odds ratio and 95% confidence interval for those who had regular exercise at age 60 and over

Regular exercise	Model 1				Model 2			
	Men		Women		Men		Women	
	OR	95%CI	OR	95%CI	OR	95%CI	OR	95%CI
At 12-19 years of age	1.42	0.99 - 2.05	1.30	0.89 - 1.90	1.69	1.10 - 2.58	1.06	0.71 - 1.60
At 20-29 years of age	2.03	1.35 - 3.05	1.43	0.65 - 3.14	1.87	1.21 - 2.90	1.26	0.55 - 2.87
At 30-39 years of age	2.02	1.32 - 3.09	1.47	0.84 - 2.58	2.00	1.27 - 3.15	1.29	0.69 - 2.41
At 40-59 years of age	4.63	3.07 - 6.98	5.85	3.82 - 8.96	5.96	3.72 - 9.57	6.89	4.23 - 11.23

OR, odds ratio; CI, confidence interval. Model1: unadjusted, Model2: adjusted for age, BMI, education, income, work-related physical activity, smoking, self-rated health, chronic diseases. Bold represents significant p-value (<0.05)

vious studies^{14,15}). Women may perceive more traditional, social and environmental barriers than men to engaging in exercise^{8,15}. For instance, exercise has been considered “not ladylike”¹⁶. These aspects may in part be responsible for the lower rate of participation in exercise throughout life among women. Furthermore, a large drop in participation in exercise was observed among women in their 20s and 30s. The transition from adolescence to adulthood is a period of general decline in physical activity¹⁷). Some life changes, such as getting married and having children, affect physical activity in young adulthood in women more than in men⁹). National data in Japan show that the age of first marriage for men was 26.9 years and for women 24.2 years in 1970¹⁸). The most common age range for giving birth is 20-39 years¹⁹). After the fourth decade of life, most people’s family and job situations seem to be established and stable. Retirement, in turn, tends to increase physical activity²⁰). These life events may be associated with regular exercise. Further research on the relationship between life events and exercise is needed to clarify this issue.

The most popular activities and sports changed between the earlier and later age categories; there was also a gender difference in popular types of activities throughout life. Previous studies have reported a high frequency of ball games among men across ages 14 to 31 years²¹). Dance and gymnastics were more popular with women^{15,22}). Our finding supports the previous gender difference in the traditional preferences for specific types of exercise. From the perspective of age, team sport activities were common in adolescence and young adulthood, and individual sports in middle age and older. A possible explanation of the shift is that social situations and lifestyle change according to age, for instance, it is more difficult for a large number of adults to get together, whereas individual sports can be performed in one’s own time²¹). Individual sports are sometimes labeled lifetime sports²³) and adult-like activities¹⁷). Previous studies have reported walking and gardening as the most common activities among older adults²⁴). To maintain their exercise levels, people may have to choose specific types of exercise as their lifestyles change with aging²⁵). We may consider that older people who engage in regular exercise in our study are those who are able to find suitable activities to match their life changes.

In this study, we tracked regular exercise from adolescence to age 60 and over, and described the individual variation in participation in exercise. A number of participants reported participating in regular exercise at some time in their life, although reports of consistent engagement in regular exercise across several decades were scarce. We have already shown cross-sectionally in Table 2 that the prevalence of regular exercise in the 20s and 30s was low. Figure 1 illustrates the findings as individual transitions of regular exercise throughout life. Although the percentage in each pattern was small, and the patterns of exercise frequency seemed to be similar in both men and women, we found that among men the most frequent

pattern was participation in regular exercise at all the life stages; whereas among women the most frequent pattern was no regular exercise at all. Results suggest that encouragement and support for older women should be provided by health professionals as well as the community, since participation in exercise may induce a major behavioral change among older women. There may be a need to tailor health promotion messages and interventions according to gender and personal exercise history.

After fully adjusting for confounding factors such as age, BMI, education, annual income, smoking, work-related physical activity, self-rated health, and chronic diseases, both men and women who had participated in regular exercise during 40-59 years of age had a 5 to 7-fold higher rate of participation in exercise at age 60 and over. This result suggests that participation in exercise during 40-59 years of age predicts exercise at age 60 and over. Our findings are in line with those of some previous studies^{7,8}). Frändin et al. , who studied age groups from the age of 10 years, found that physical activity during earlier life was not correlated with physical activity at the age of 76, except for the last age period 66-76 years⁷). Other studies also found the last age group to be better predictors than earlier ones^{8,26}). The short interval may be one of the causes for the strong relationship between regular exercise at 40-59 years of age and that at age 60 and over. A number of studies have suggested that childhood is usually considered the best time for socialization into physical activity⁸), for encouraging physical activity in adults through the developing of habits²⁵) and for promoting exercise-related feelings of pleasure and joy⁷). Furthermore, sports activities may have an effect on motor and coordination skills that may be of value later in life²¹). We believe that the positive effects of exercise in early life are associated with physical activity in older life. In fact, regular exercise during all the age categories studied affected exercise at age 60 and over among men. However, demographic, psychological, behavioral, social and environmental factors are associated with adulthood participation in physical activity²⁷). These multiple factors may decrease the positive effect of earlier exercise at older ages. Health problems were reported to be the most common barrier to increasing physical activity²⁸). We found that the effect of regular exercise at 40-59 years of age on participation in exercise at age 60 and over increased among women who had a history of hypertension in the sub-analyses (data not shown). Chronic health problems may also have influenced the motivation for physical activity as a part of clinical care. Our finding that regular exercise during 40-59 years of age was associated with that at age 60 and over was true for a lot of people who had not engaged in regular exercise earlier in their lives. The motivation to engage in regular exercise in the fourth and fifth decades of life may have important implications for promoting increased physical activity in older age.

This study has several limitations. The first limitation

is that our study was a retrospective study and the regular exercise data were based on self-reports. Possible memory failure and potential recall bias may have influenced the results. In addition, we were not able to take into account the short-term substitution of one exercise for another as regular exercise was defined as an activity lasting one year. Therefore our study may underestimate regular exercise as an indicator of physical activity. Secondly, social and environment factors, which have been indicated as predictors of physical activity, were not widely examined in our study. Environmental factors are among the important factors promoting participation in physical activity¹⁶. Recent studies suggested that environmental problems, such as poorly lit streets or noisy traffic, are correlated with inactivity²⁹. Further studies are needed to confirm the association between regular exercise and a comprehensive range of factors. Finally, the definition of regular exercise in this study was lower than the well-known recommendation of physical activity for adults by the American College of Sports Medicine³⁰. However, we previously found that continuation of regular exercise by the same definition as used in this study was associated with higher muscle strength and power in both elderly men and women³¹. A number of older people are physically inactive. "Tojiko-mori", being housebound, which has been defined in recent studies as going outdoors once or less than once a week, is a serious concern in relation to older people³². Pate et al. suggest that an active lifestyle does not require a regimented, vigorous exercise program³³. To avoid causing undue stress coming from misconceptions, it may be sufficient just emphasizing to older people the importance of being physically active as opposed to having to maintain a disciplined workout schedule.

The strengths of the present study include a large number of randomized community-dwelling people and regular exercise data tracked from age 12 to 60 years and over. These data provide important information for demonstrating the value of life-long physical activity. The participants had a face-to-face interview by trained staff, which increases the reliability of the answers and reduces missing data in the questions. We were able to take into account essential social and health condition data such as education, smoking and disease as confounders. Our study described individual variation in regular exercise throughout the various stages of a person's life and showed the positive impact of experiences of exercise in earlier life on regular exercise in later life; and thus lays a good foundation for persuading the general population of the importance of maintaining physical activity throughout life.

Conclusion

The present study found that men engaged in regular exercise more than women throughout their lifetime. Exercise preferences differed depending on age and gender. Among women, those reporting no regular exercise were

the largest group. Among men, regular exercise earlier in life positively affected regular exercise at age 60 years and over. Regular exercise in middle age markedly increased participation in exercise later in life regardless of social and health conditions among both men and women.

Acknowledgments

The authors would like to thank the participants and also colleagues in the NILS-LSA. This study was supported by a Grant-in-Aid for Young Scientists (A) from the Japan Society for the Promotion of Science (#20680034).

References

- 1) Singh MA. 2002. Exercise comes of age: rationale and recommendations for a geriatric exercise prescription. *The Journals of Gerontology Series A, Biological sciences and medical sciences* 57: M262-282.
- 2) Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology in Japan. [Homepage on the internet]. Tokyo: White Paper & Reports. Available from: http://www.mext.go.jp/component/b_menu/other/_icsFiles/afieldfile/2010/10/12/1298223_6.pdf.
- 3) Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology in Japan. [Homepage on the internet]. Tokyo: White Paper & Reports. Available from: http://www.mext.go.jp/component/b_menu/other/_icsFiles/afieldfile/2010/10/12/1298223_5.pdf.
- 4) Chogahara M. 2003. Research on physical activities in middle-aged and older adults: A literature review. *Japan J Phy Educ Hlth Sport Sci* 48: 245-268. (in Japanese)
- 5) Telama R, Yang X, Viikari J, Valimaki I, Wanne O, and Raitakari O. 2005. Physical activity from childhood to adulthood: a 21-year tracking study. *Am J Prev Med* 28: 267-273.
- 6) Gordon-Larsen P, Nelson MC, and Popkin BM. 2004. Longitudinal physical activity and sedentary behavior trends: adolescence to adulthood. *Am J Prev Med* 27: 277-283.
- 7) Frändin K, Mellstrom D, Sundh V, and Grimby G. 1995. A life span perspective on patterns of physical activity and functional performance at the age of 76. *Gerontology* 41: 109-120.
- 8) Hirvensalo M, Lintunen T, and Rantanen T. 2000. The continuity of physical activity--a retrospective and prospective study among older people. *Scand J Med Sci Sports* 10: 37-41.
- 9) Kozakai R, Doyo W, Tsuzuku S, Yabe K, Miyamura M, Ikegami Y, Niino N, Ando F, and Shimokata H. 2005. Relationships of muscle strength and power with leisure-time physical activity and adolescent exercise in middle-aged and elderly Japanese women. *Geriatr Gerontol Int* 5: 182-188.
- 10) Shimokata H, Ando F, and Niino N. 2000. A new comprehensive study on aging--the National Institute for Longevity Sciences, Longitudinal Study of Aging (NILS-LSA). *J Epidemiol* 10: S1-9.
- 11) Iwai N, Yoshiike N, Saitoh S, Nose T, Kushiro T, and Tanaka H. 2000. Leisure-time physical activity and related lifestyle characteristics among middle-aged Japanese. Japan Lifestyle Monitoring Study Group. *J Epidemiol* 10: 226-233.
- 12) Lee IM, Paffenbarger RS, Jr., and Hsieh CC. 1992. Time trends in physical activity among college alumni, 1962-1988. *Am J Epidemiol* 135: 915-925.

- 13) Kirjonen J, Telama R, Luukkonen R, Kaaria S, Kaila-Kangas L, and Leino-Arjas P. 2006. Stability and prediction of physical activity in 5-, 10-, and 28-year follow-up studies among industrial employees. *Scand J Med Sci Sports* 16: 201-208.
- 14) Dallosso HM, Morgan K, Bassey EJ, Ebrahim SB, Fentem PH, and Arie TH. 1988. Levels of customary physical activity among the old and the very old living at home. *J Epidemiol Community Health* 42: 121-127.
- 15) Sallis JF, Zakarian JM, Hovell MF, and Hofstetter CR. 1996. Ethnic, socioeconomic, and sex differences in physical activity among adolescents. *J Clin Epidemiol* 49: 125-134.
- 16) Schutzer KA, and Graves BS. 2004. Barriers and motivations to exercise in older adults. *Prev Med* 39: 1056-1061.
- 17) Kjonniksen L, Torsheim T, and Wold B. 2008. Tracking of leisure-time physical activity during adolescence and young adulthood: a 10-year longitudinal study. *Int J Behav Nutr Phys Act* 5: 69.
- 18) Ministry of Health, Labour and Welfare in Japan. [Homepage on the internet]. Tokyo: White Paper & Reports. Available from: <http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/jinkou/suii09/marr4.html>.
- 19) Ministry of Health, Labour and Welfare in Japan. [Homepage on the internet]. Tokyo: White Paper & Reports. Available from: <http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/jinkou/suii09/brth1-1.html>.
- 20) Rhodes RE, Martin AD, Taunton JE, Rhodes EC, Donnelly M, and Elliot J. 1999. Factors associated with exercise adherence among older adults. An individual perspective. *Sports Med* 28: 397-411.
- 21) Tammelin T, Nayha S, Hills AP, and Jarvelin MR. 2003. Adolescent participation in sports and adult physical activity. *Am J Prev Med* 24: 22-28.
- 22) Azevedo MR, Araujo CL, Cozzensa da Silva M, and Hallal PC. 2007. Tracking of physical activity from adolescence to adulthood: a population-based study. *Rev Saude Publica* 41: 69-75.
- 23) Taylor WC, Blair SN, Cummings SS, Wun CC, and Malina RM. 1999. Childhood and adolescent physical activity patterns and adult physical activity. *Med Sci Sports Exerc* 31: 118-123.
- 24) Swenson CJ, Marshall JA, Mikulich-Gilbertson SK, Baxter J, and Morgenstern N. 2005. Physical activity in older, rural, Hispanic, and non-Hispanic white adults. *Med Sci Sports Exerc* 37: 995-1002.
- 25) Kuh DJ, and Cooper C. 1992. Physical activity at 36 years: patterns and childhood predictors in a longitudinal study. *J Epidemiol Community Health* 46: 114-119.
- 26) Evenson KR, Wilcox S, Pettinger M, Brunner R, King AC, and McTiernan A. 2002. Vigorous leisure activity through women's adult life: the Women's Health Initiative Observational Cohort Study. *Am J Epidemiol* 156: 945-953.
- 27) Trost SG, Owen N, Bauman AE, Sallis JF, and Brown W. 2002. Correlates of adults' participation in physical activity: review and update. *Med Sci Sports Exerc* 34: 1996-2001.
- 28) Lim K, and Taylor L. 2005. Factors associated with physical activity among older people--a population-based study. *Prev Med* 40: 33-40.
- 29) Rantakokko M, Iwarsson S, Hirvensalo M, Leinonen R, Heikkinen E, and Rantanen T. 2010. Unmet physical activity need in old age. *J Am Geriatr Soc* 58: 707-712.
- 30) Haskell WL, Lee IM, Pate RR, Powell KE, Blair SN, Franklin BA, Macera CA, Heath GW, Thompson PD, and Bauman A. 2007. Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med Sci Sports Exerc* 39: 1423-1434.
- 31) Kozakai R, Doyo W, Kim H, Ando F, and Shimokata H. 2010. The association between the continuity of exercise habits through the life and physical fitness in the community-dwelling Japanese elderly. *Tairyoku Kagaku (Jpn J Phys Fitness Sports Med)* 59: 839. (in Japanese)
- 32) Yasumura S. 2003. Homebound elderly people in Japan--special reference to intervention study including life review method. *Nihon Ronen Igakkai Zasshi* 40: 470-472. (in Japanese)
- 33) Pate RR, Pratt M, Blair SN, Haskell WL, Macera CA, Bouchard C, Buchner D, Ettinger W, Heath GW, King AC, and et al. 1995. Physical activity and public health. A recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine. *JAMA* 273: 402-407.

血清カロテノイドが2年後の骨粗鬆症/
骨量減少発症リスクに及ぼす影響

安藤 富士子 今井 具子 加藤 友紀
大塚 礼 松井 康素 竹村 真里枝
下方 浩史



日本未病システム学会



血清カロテノイドが2年後の骨粗鬆症 ／骨量減少発症リスクに及ぼす影響

安藤 富士子^{1,2)} 今井 具子^{2,3)} 加藤 友紀²⁾ 大塚 礼²⁾ 松井 康素⁴⁾
竹村 真里枝⁴⁾ 下方 浩史²⁾

1. 緒言

骨粗鬆症は超高齢社会を迎えた我が国の国民病の一つであり、有病者数は1200万人と言われる。また一旦発症すると骨密度の改善は難しいことから、栄養・運動による一次予防が重要と考えられる。骨粗鬆症の予防因子として栄養分野では従来からビタミンD¹⁾やカルシウム^{2,3)}に関する研究が多いが、近年、野菜や果物摂取^{3,4)}にも骨吸収抑制作用があることが報告されている。野菜や果物には抗酸化物質であるカロテノイドやビタミンCが大量に含まれており、これらの栄養素と骨粗鬆症に関する報告^{5,6)}もあるが、結論は一定していない。

本研究では野菜や果物から摂取されるカロテノイドの安定した指標として血清カロテノイド濃度を用い、地域在住中高年者の骨密度や骨粗鬆症とカロテノイドとの関連について縦断的に検討するとともに、カロテノイドとビタミンC摂取の相互作用が骨密度・骨粗鬆症に与える影響を明らかにすることを目的とした。

2. 方法

対象は「国立長寿医療研究センター・老化に関する縦断疫学研究 (NILS-LSA)」⁷⁾の第5次調査 (2006.7～2008.7) 参加者2,419人の中で血清カロテノイド測定が行われ、第6次調査 (2008.7～2010.7) にも参加した2,088

人 (男性1,058人、女性1,030人、平均年齢60.1 ± 12.3歳、継続参加率 (86.3%)) である。

なお、NILS-LSAは愛知県大府市および知多郡東浦町に在住の中高年者から年齢・性を層化した無作為抽出で選ばれた者で文書による同意 (インフォームド・コンセント) の得られた約2,400人を対象とした、老化と老年病に関する長期縦断疫学研究である。NILS-LSAの研究は国立長寿医療研究センター倫理委員会の承認を受け、すべての対象者から文書による同意を得て行われている。

血清カロテノイドは第5次調査時の凍結保存血清を用い、ルテイン、リコピン、 α -カロテン、 β -カロテン、 β -クリプトキサンチン、ゼアキサンチンを京都微生物研究所に委託し、高速液クロマトグラフィーで測定した。ビタミンC摂取量は、第5次調査時に3日間の食事秤量記録調査⁸⁾を行い、ビタミンCの一日平均摂取量を求めた。骨密度は第5次調査・第6次調査において、DXA (Dual-energy X-ray Absorption, Hologic社製QDR-4500)を用い、第2-4腰椎・右大腿骨頸部骨密度を測定し、日本骨代謝学会の診断基準⁹⁾に準拠して、YAM (若年成人平均) の70%未満である者をそれぞれ腰椎および大腿骨頸部で判定した「骨粗鬆症」、80%未満である者を「骨量減少」(骨粗鬆症を含む)とした。

血清カロテノイドが2年後の骨粗鬆症、骨量減少に及ぼす影響について、第5次調査時点で腰椎、大腿骨頸

1) 愛知淑徳大学健康医療科学部 2) 国立長寿医療研究センター予防開発部
4) 国立長寿医療研究センター病院整形外科

3) 同志社女子大学生生活科学部