

氏名(本籍)	中田由夫(大阪府)
学位の種類	博士(体育科学)
学位記番号	博甲第3485号
学位授与年月日	平成16年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
審査研究科	体育科学研究科
学位論文題目	肥満女性における減量が骨量に及ぼす影響

主査	筑波大学助教授	教育学博士	田中喜代次
副査	筑波大学教授	医学博士	目崎登
副査	筑波大学助教授	医学博士	徳山薫平
副査	筑波大学助教授	博士(心理学)	庄司一子

論文の内容の要旨

骨粗鬆症は、国際的に「低骨量と骨の微細構造の劣化が特徴的で、その結果として骨の脆弱性が増加し、骨折を起こしやすくなる全身性の骨疾患」と定義されている。また、わが国においては「骨量が20～44歳の若年成人平均値の70%未満」と定義されており、骨量測定による客観的評価を重要視している。骨量は骨の成長・成熟期である小児期から思春期にかけて増加し、成人期にPBM (peak bone mass) に達する。その後、骨芽細胞による骨形成と破骨細胞による骨吸収を繰り返しながら、ほぼ一定の値を維持し、50歳前後から徐々に減少する。このような骨量の加齢変化を考慮すると、骨粗鬆症の予防策として、1) 成長期にPBMを高める対応、2) 生活習慣の悪化などによる骨量の早期減少を予防する成人期における対応、3) 加齢による骨量の減少を軽減する高齢期における対応、の3つを立てることができる。本博士論文は2)の視点に立ち、骨量減少の危険因子の1つとして数えられる体重減少(減量)に着目し、減量が骨量に与える影響を検討した。

体重やBMI (body mass index) が骨量と関連性のあることは、さまざまな集団において認められている事象であり、特にその関係は荷重負荷のかかる部位において顕著である。このことは、骨への慢性的な負荷である体重が骨量に影響を与える重要な因子の1つであることを示している。減量に伴う骨量の変化については、減量を骨粗鬆症の危険因子の1つとして捉え、減量しても骨量を減少させない介入方法を探るという視点や、単に体重と骨量の関係を縦断的に検討するという視点から、多くの研究者が研究結果を報告している。しかしながら、そこで得られる結果については、減量プログラムの内容、減量期間、体重減少量、対象者の体重、BMI、年齢などの違いによって差が生じ、定まった見解が得られていないというのが実状である。

そこで、本博士論文では、減量に伴う骨量の変化を明らかにすることを目的とし、減量介入研究を4期にわたり遂行することで、減量に伴う骨量変化の再現性を検討した(課題1)。また、減量プログラムの内容が骨量変化に及ぼす影響を検討した(課題2)。その後、すべての結果を1つのデータベースにまとめ、体重減少量と骨量変化の関連性を検討し(課題3)、対象者の身体的特徴と骨量変化の関連性を検討した(課題4)。

本研究の対象者は、茨城県取手市東取手病院でおこなわれた第1期から第4期の減量教室に参加した茨城県および千葉県に在住する肥満または肥満傾向女性201名であり、測定項目は身長、体重、DEXA (dual energy X-ray absorptiometry) による身体組成 (脂肪量、筋量、骨塩量) および骨密度であった。対象者は、減量プログラムの違いにより、D (diet) 群、DE (diet and combined exercise) 群、DW (diet and walking) 群、DR (diet and resistance training) 群の4群に分けられた。食事プログラムの内容は、すべての群に共通したものである。本研究では摂取エネルギー量を抑えながらも良好な栄養状態を維持する目的で、減量補助食品としてその顕著な効果が認められているマイクロダイエット (サニーヘルス社) の使用を指示した。摂取頻度は1日1~2食であった。その他の食事は1食あたり400 kcalを目標に、4群点数法を用いて栄養バランスのよい食事を摂取するように指導した。1日の摂取エネルギーは1000~1200 kcalを目標とした。DE群に対しては、75分間の運動指導を週3回実施した。週3回のうち、週2回はベンチステップエクササイズを中心とした内容であり、週1回はベースを中心とした内容であった。運動強度はRPE (rating of perceived exertion) が13 (ややきつい) あたりに保たれるように指導した。DW群に対しては90分間の運動指導を週1回実施した。指導内容は、15分間のウォーミングアップ、60分間のウォーキング、15分間のクーリングダウンであった。DW群に対しては、教室に来ない日も自宅でできるだけ毎日ウォーキングを実践するように指示した。運動強度はRPEが13あたりに保たれるように指導した。DR群に対しては90分間の運動指導を週3回実施した。指導内容は、15分間のウォーミングアップ、60分間のレジスタンス運動、15分間のクーリングダウンであった。種目はスクワット、ベンチプレス、レッグカール、レッグエクステンション、クランチを中心とし、ダンベルフライやアームカールなどを補助的に実践させた。最初の1ヵ月間はレジスタンス運動に慣れることを重視し、2ヵ月目以降は最大筋力の60~70%に負荷を設定し、10~12回の反復動作を2~5セット実践させた。

課題1の目的は、食事制限の程度 (1000~1200 kcalを目標) と介入期間 (約3ヵ月間) を同一にした減量介入研究を4期にわたり遂行することで、減量に伴う骨量変化の再現性を検討することであった。また、課題2では、減量プログラムの内容が骨量変化に及ぼす影響を検討した。D群は第1, 2, 4期に設定されたが、体重減少率はそれぞれ9.9%, 12.4%, 9.5%であった。このような減量に伴い、第1期における骨塩量 (-1.0%), 第4期における骨密度 (-0.5%) は有意に減少したが、その他の指標および第2期では有意な変化がみとめられなかった。同様に、第1期と第2期に設定したDE群は、第1期でのみ有意な骨密度 (-0.8%) または骨塩量 (-1.5%) の減少がみられ、第2~4期に設定したDW群では、第3期 (骨塩量, -1.9%) と第4期 (骨塩量, -1.6%) でのみ、有意な骨量の減少がみられた。また、第3期と第4期に設定したDR群については、第3期でのみ有意な骨塩量の減少 (-1.8%) がみられた。以上のように、同一の減量プログラムを異なる集団に対して提供した場合、集団によって減量に伴う骨量変化は異なっていた。言い換えれば、対象者の集団特性が減量に伴う骨量変化に影響を及ぼしていることが示唆された。課題2については、食事制限群と運動併用群の顕著な差はみとめられなかったことから、運動の影響は大きくなく、むしろ運動を実践することによって骨量が減少しやすくなることが示唆された。

課題3では、第1期から第4期までの結果を1つのデータベースにまとめることによって、体重減少量と骨量変化の関連性を検討した。その結果、骨密度の変化量と体重の変化量の相関関係は $r = -0.11$ と有意な関係はみとめられなかったが、骨塩量の変化量と体重の変化量については $r = -0.25$ の有意な相関関係がみとめられた。しかしながら、相関係数の2乗で表される説明率は6%程度に過ぎず、その他の因子が影響を与えていることが示唆された。そこで、骨密度または骨塩量の変化率を基準変数、減量前の身体的特徴およびその変化率を説明変数とした重回帰分析を施した。その結果、骨密度の変化率は減量前の体重によって6%、骨塩量の変化率は体脂肪率の変化率と減量前のBMIによって22%説明されることが示された。

課題4では、課題3でその関連性が示された減量前のBMIと、課題3では検討できなかった月経状況に

着目し、両者が減量に伴う骨量の変化に及ぼす影響を検討した。その結果、減量プログラムの違いによって得られる結果に差が生じたが、いずれにしても、減量に伴う骨量の変化に対して減量前のBMIが影響を与えていることが示唆された。また、月経状況は単独では影響を与えないが、BMIとあわせて考慮する必要性が示唆された。

以上のことから、本博士論文の結論として、以下の結論を得た。

- 1) 同一の減量プログラムを提供しても、減量に伴う骨量変化には対象者によって差が生じる。
- 2) 食事制限による減量は必ずしも骨量を減少させない。また、食事制限に加えて運動を実践させても、骨量の減少を抑制できるとは限らず、むしろ、運動を実践することによって骨量がより減少しやすくなることもある。
- 3) 減量幅が大きいほど骨量が減少する可能性は高まるが、その説明率はBMDで1%、BMCで6%程度である。
- 4) BMIが比較的低い集団においては、減量に伴い骨量が減少する可能性が高まる。

審 査 の 結 果 の 要 旨

本博士論文では、減量に伴う骨量の変化を明らかにすることを目的とし、減量介入研究を4期にわたり遂行することで、減量に伴う骨量変化の再現性を検討した(課題1)。また、減量プログラムの内容が骨量変化に及ぼす影響を検討した(課題2)。その後、すべての結果を1つのデータベースにまとめ、体重減少量と骨量変化の関連性を検討し(課題3)、対象者の身体的特徴と骨量変化の関連性を検討した(課題4)。

課題1では、同一の減量プログラムであっても骨量変化に違いがみとめられたことから、対象者の身体的特徴など、他の因子の関与が示唆された。課題2では、食事制限群と運動併用群の顕著な差はみとめられなかったことから、運動の影響は大きくないことが示唆された。課題3では、骨量変化と体重変化の間には正の相関関係があるが、その貢献度は大きくないことが示唆された。課題4では、減量に伴う骨量の変化に対して減量前のBMIが有意な影響を与えていることが示唆された。

以上の発表内容を受けて、介入期間を3ヵ月間とすることの根拠についての説明を求め、介入期間の延長や追跡調査の実施など、長期観察の必要性を指摘した。また、運動の効果がないという結論は3ヵ月間の変化に限定されたものであり、その後のリモデリングが進むことによって骨量が回復する可能性も指摘した。アーチファクトによる測定誤差を取り除く工夫をすることも含めて、今後、検討すべき課題が残されているが、博士論文全体については、高い評価を受けた。

よって、著者は博士(体育科学)の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。