The relation between physical function and musculoskeletal pain in overweight/obese people

Tomomi Hasegawa¹, Tatsunori Ikemoto^{1,2}, Masayuki Inoue¹,
Setsuko Yamaguchi¹, Takahiro Ushida^{1,2}, Eiji Shibata³,
and Fumio Kobayashi³

¹Institute of Physical Fitness, Sports Medicine and Rehabilitation, Aichi Medical University

²Multidisciplinary Pain Center, Aichi Medical University

³Department of Health and Psychosocial Medicine, School of Medicine, Aichi Medical University

Abstract

The aim of this study was to investigate the features of overweight or obese individuals with a BMI >25 kg/m² who complained of low back pain, knee pain, and neck stiffness. The subjects comprised 88 overweight or obese individuals who were divided into a symptomatic group and an asymptomatic group prior to the weight-loss intervention in order to compare several parameters of each group. Symptomatic patients were divided into groups of subjects whose symptoms did or did not improve as a result of the 6-month weight-loss intervention. Changes in the test parameters from before and after the intervention were compared between the two groups. The results revealed no differences in any parameters between the two groups (symptomatic and asymptomatic) at baseline in neck stiffness or low back pain. However, for knee pain, the maximal oxygen uptake (VO₂max) was significantly lower in the symptomatic group than in the asymptomatic group ($p < 0.01$). Furthermore, the weight-loss intervention revealed a significant increase in VO₂max in the “improved” group compared to the “no change” group ($p < 0.05$). The study results showed that both weight loss and the acquisition of aerobic capacity were important in relieving knee pain in overweight or obese individuals.

Keywords

Aerobic capacity; Knee pain

Received: 5 December 2013

Accepted: 17 January 2014

過体重・肥満者の運動器疼痛と身体機能の関係

長谷川 共美¹／池本 竜則^{1,2}／井上 雅之¹／山口 節子¹
牛田 享宏^{1,2}／柴田 英治³／小林 章雄³

¹ 愛知医科大学 運動療育センター

² 愛知医科大学 学際的痛みセンター

³ 愛知医科大学 衛生学教室

はじめに

高カロリー食品の過剰摂取や運動不足など、現代人の生活習慣を反映した状態である肥満は、メタボリック症候群などの代謝・循環器異常²³⁾、癌²³⁾、認知症²⁹⁾の他に膝痛や頸部痛、腰痛などの運動器疼痛疾患に影響を及ぼすことが指摘されてきている^{13,24)}。例えば、過体重が膝痛のリスク因子であることは、様々な報告から証明されており^{1,7,13,21,24)}、減量行為そのものが過体重者に対する膝OAの治療ガイドラインとして強く推奨されている¹⁰⁾。また肥満と腰痛との関係についての報告^{1,8)}や、近年の双子研究についてのレビューでは両者の関連が指摘されている⁴⁾。このように肥満は、運動器疼痛のリスク要因と考えられているが、運動器疼痛症状に関与するメカニズムについては、過体重や肥満そのものが筋骨格系の物理的過負担になっており^{5,25,26)}、さらに脂肪代謝が神経障害を介して疼痛症状に影響を与えている可能性^{20,27,28)}、また肥満に伴う慢性炎症が関与する可能性²⁴⁾などが指摘されているが、いまだ不明な点も多い。

そこで今回、BMI $\geq$ 25の過体重・肥満者に対して運動指導と栄養指導を併用した6ヵ月の減量プログラムを行い、わが国において有訴率の高い自覚症状である⁹⁾、肩こり、腰痛、膝痛の

3つの運動器疼痛症状について、減量開始前または減量介入後の身体計測値、生理機能測定値、血液生化学検査、1日歩数、食事摂取カロリーなどの項目から、各症状に関与する因子を検討した。

対象・方法

対象は一般広告により募った減量教室参加希望者のうち、事前のスクリーニング検査で運動禁忌となる重篤な合併症がなく、医師からの運動制限がないことを確認した成人男女95名の中で、BMI $\geq$ 25の過体重・肥満者88名（女性93%、体重 72.9 ± 12.6 、BMI 29.9 ± 4.2 、体脂肪率 32.2 ± 5.5 ）を対象とした。

倫理的考慮は参加者から同意を得るとともに、本学倫理委員会の承認(No.12-124)を得た。

減量プログラム：減量プログラムは運動指導と栄養指導を併用した6ヵ月間のプログラムで、参加者本人の減量希望を基に、月2kgペースで最大12kgの安全な目標体重を検討し、提示した。但し希望体重が理想体重であるBMI 22を下回る場合はBMI 22を目標体重とした。これにより1日当たりの減量エネルギーを算出し、運動によるエネルギー消費分と栄養による摂取エネルギー制限分をそれぞれ決定し

Table 1 Comparison of each test parameter at baseline by the presence or absence of subjective musculoskeletal symptoms

Parameters	Knee pain		Low back pain		Neck stiffness	
	Presence (25)	Absence (63)	Presence (28)	Absence (60)	Presence (41)	Absence (47)
Age (y.o.)	55.1±12.2	47.9±12.1**	52±10.5	49±13.3	50.8±11.9	49.2±13.0
Weight (kg)	74.2±12.7	72.4±12.7	71.3±10.7	73.6±13.5	72.3±13.4	73.4±12.0
BMI (kg/m ²)	30.5±4.6	29.7±4.1	29.2±3.6	30.3±4.5	29.7±4.1	30.1±4.4
%FAT (%)	32.4±4.8	32.2±5.8	32.5±4.7	32.1±5.8	31.8±5.9	32.6±5.1
S-BP (mmHg)	145.5±17.3	141.9±20.7	144.9±16.1	142.0±21.3	144.5±19.5	141.6±20.1
T-cho (mg/dl)	221.4±41.0	227.2±42.7	226.3±35.4	225.2±45.1	225.0±34.8	226.1±47.9
TG (mg/dl)	102.1±44.9	126.0±82.3	117.9±64.4	119.9±78.8	105.1±54.8	131.6±86.3
FBS (mg/dl)	101.4±12.1	97.1±14.8	97.4±12.0	98.7±14.6	97.7±1.9	98.8±1.8
VO ₂ max (ml/kg/min)	23.7±3.5	26.0±3.8**	25.3±4.0	25.4±3.7	25.2±4.0	25.5±3.7
Daily number of steps (step)	76828.0±3096.9	8854.5±3343.7	8664.0±280.1	8455.2±3530.1	8531.3±2855.9	8513.2±3676.3
Dietary caloric intake (Kcal)	1845.2±527.7	2012.3±403.9	1892.0±403.0	1999.8±463.8	1951.0±381.4	1978.2±499.2

Each parameters were compared between the two groups (presence or absence) respectively by Mann-Whitney U-test. Statistical significance is shown to be asterisk, ** $p<0.01$.

た。運動指導は、運動分のエネルギー消費量を週単位で網羅する有酸素運動中心のトレーニングメニューを作成し当施設で実施することと、日常生活活動の増加を促すため、カロリーカウンター (SUZUKEN 社製 E-style[®]) を装着し歩数の記録を指導した。栄養指導は、自己記入式の3日間食事調査票¹²⁾を用いて、総摂取カロリーを算出した。また食品群の過不足を分析し、摂取制限をする具体的な食品や量などを指導した。これらの指導内容実施の確認と修正指導を月1回の面談で行った。

自覚症状の問診調査は、運動器系症状に関わる3項目(膝が痛い、腰が痛い、肩こりまたは

首筋がはる)、とし、自覚症状の有無については、問診票記入時付近の1~2ヵ月間で自覚した症状を「あり」「なし」として、問診票に記入してもらった。

検査項目は介入開始時および6ヵ月後に以下の項目の計測を行った。

検査項目として年齢、身長、体重、BMI、体脂肪量〔身体密度を水中体重秤量法より測定し、Brozek ら²⁾の体脂肪推定式より算出〕、収縮期および拡張期血圧〔自動血圧計 (エイアンドデイ社製 TM2655) を用いて座位安静にて測定〕、最大酸素摂取量〔トレッドミル装置 (酒井医療器社製 スーパートレッドミル[®]) を用いて、運

Fig.1 Changes of test parameters before and after intervention in subjects complaining of Knee pain, Low back pain, Neck stiffness.

Each parameters were compared between the two groups (“improved” or “no change”) by Mann-Whitney U-test before and after intervention. Statistical significance is shown to be asterisk, * $p<0.05$, ** $p<0.01$.

●Knee pain improved ○Knee pain no change ▲Low back pain improved △Low back pain no change
■Neck stiffness improved □Neck stiffness no change.

動中の呼気ガス分析を呼気ガス代謝測定装置（フクダ産業社製 Oxycon-Pro®）を用いて呼吸商 1.04 を最大酸素摂取量（ml/kg/min）として計測し、血液検査〔T-cho, TG, 空腹時血糖値〕、1日当たりの歩数〔カロリーカウンターにて毎月の最後の1週間を平均し、1日あたりの歩数を算出〕、食事摂取カロリー〔3日間食事調査票から総摂取カロリーを算出〕を6ヵ月の減量介入開始時および終了時で測定し、腰痛、膝痛、肩こりの各症状について介入前の症状あり群、なし群で比較検討を行った。また症状あり群については、減量介入後に該当症状がなく

なったものを改善群、症状が残存していたものを不変群とし、減量介入前後における測定項目の比較検討を行った。統計解析には統計プログラムパッケージ PASW®を用い、Man-whitney U 検定を行った。

結 果

対象者における運動器系自覚症状の頻度は、肩こり（46.6%）が最も高く、続いて腰痛

Fig.2 Correlation between daily number of steps and VO₂max.

(31.8%), 膝痛 (28.4%) の順であった。肩こり、腰痛ではいずれのパラメータでも両群間で統計学的有意差はみられなかったものの、膝痛では、症状あり群はなし群に比べ、年齢が有意に高く ($p=0.007$), また持久力の指標である最大酸素摂取量が有意に低かった ($p=0.004$) (Table 1)。

ベースラインにおいて各運動器系自覚症状あり群では、6 ヶ月の減量プログラム介入後いずれのパラメータも有意な変化が認められた。またこのうち減量介入後症状改善群と不変群においても、肩こりと腰痛ではいずれのパラメータも統計学的有意差は認められなかった (Fig.1)。一方膝痛では、減量介入前では改善群の 1 日あたりの歩数が不変群に比し有意に多かった ($p=0.012$)。また減量介入後では改善群の最大酸素摂取量は不変群に比し有意に高くなり ($p=0.047$), 1 日あたりの歩数も更に有意に増加した ($p=0.002$) (Fig.1)。膝痛の改善要因に関与していた最大酸素摂取量と他の項目値との関連を相関分析すると、最大酸素摂取量は万歩計の歩数と有意な正の相関を示した ($r=0.57$, $p<0.001$) (Fig.2)。

考 察

過体重・肥満がリスク要因となる病態についての研究は多いが、有訴率の高い運動器疼痛症状について、過体重の病態の中でも何が症状へ関与しているか調査した報告は少ない。本研究では調査対象を過体重者に限定し、実際に運動器症状を有するものと、有しないものの各種パラメータを比較することでそれぞれの症状に関与する因子の検出を試みた。その結果、腰痛、肩こりに関連する因子は見いだせなかったものの、膝痛に関しては、症状あり・なし群の比較で、年齢および最大酸素摂取量に有意差が認められ、持久力の低下が膝痛の関連因子であることが示唆された。さらに実際の減量介入では、最大酸素摂取量を増加の程度が膝痛を改善させる因子一つであることが示唆された。

リウマチや特異性関節炎など以外で明確な疾病に起因しない膝痛の最大の原因として膝 OA が知られている。本病態がもたらす痛みなどの機能障害はレントゲンによる画像検査に反映さ

れにくいことが知られているが、近年、20年間の長期的縦断調査において、膝痛有訴率の増加要因として、レントゲン変化の関与は乏しい一方で、加齢と過体重は独立した有意なリスク要因であることが米国の研究から報告されている²¹⁾。加齢が膝痛のリスク因子であることは、本研究の過体重者においても、膝痛症状の有無により年齢の有意差がみられた結果から矛盾しないものであるといえる。一方、過体重・肥満と膝痛には強い関連があると考えられる一方で、肥満解消と膝痛の予後については様々な報告^{6,18,19,22)}がある。例えば、消化管の肥満外科手術により、過体重・肥満改善に伴い膝痛の改善をもたらす²²⁾といったものの他に、運動療法を介入せず食事療法のみで減量した場合は、膝痛の改善が劣るという報告¹⁹⁾などがみられるが、いずれも減量自体が重要な因子であると報告されている。一方、実際に本研究における膝痛有訴者への減量介入において、改善群、不変群の減量結果に有意な差はみられず、膝痛改善の要因として単に減量自体に効果があるとは言い難い結果であった。減量自体の除痛効果はこれまでの様々な報告からも周知のものといえるが、本研究において減量の除痛効果を証明できなかった原因として、本研究では膝痛の評価について自覚症状そのものについてあり・なしのみを調査するに留まっており、その重症度をスコア化（例えばVASやJKOMスコア）した調査でないことが問題点としてあげられる。

膝痛の最大の要因とされる膝OAのガイドライン¹⁰⁾において、有酸素運動は、抵抗運動と並んで最も推奨される非薬物治療法としての高いエビデンス³⁾を有しているが、特に過体重・肥満者に特化した膝痛調査において、有酸素運動能力の指標となる最大酸素摂取量について報告したものはない。今回の調査では、介入

前の状態において膝痛あり群・なし群で最大酸素摂取量に有意差が認められており、また介入前の膝痛有訴者においては、減量後の症状改善群では不変群を比較すると、最大酸素摂取量の増加の程度が膝痛改善に対する因子であることを示唆する結果であるといえる。また膝症状改善群では、減量介入後最大酸素摂取量と同時に万歩計による歩数自体も増加していたことから、減量の過程において、食事と共に有酸素運動能力の獲得につながるような身体活動量の増加が、膝痛症状改善に重要であることが示唆された。

一方、腰痛に関しては介入前の状態からも、症状あり群と、なし群の病態に結びつくこれらのパラメータを見出すことができず、減量による症状改善率は、今回調査した3症状の中で最も高かったにもかかわらず、改善群と不変群でも改善効果を示すデータを見出すことはできなかった。近年の報告から、腰痛の原因は非常に複雑であり、単に身体的な問題だけではなく、心理社会要因まで含めた評価が必要と言及されている¹⁶⁾。このような腰痛自体の複雑さに加え、BMIの増加と腰痛の関連性を見いだせないとする報告⁸⁾もみられることから、今回改善群と不変群で減量結果や他の検査項目に差がなかったことは、過体重・肥満者の腰痛改善の要因として、物理的な質量因子の変化よりも、今回計測できていない炎症性マーカーや、身体機能の変化、心理社会因子の変化の検討が課題として残る。

また、肩こりに関しては、日本における国民有訴率の最も高い症状⁹⁾であるが、「肩こり」という言葉自体が日本独特の言語であり、他国との比較を行う場合は、しばしば頸部痛 (Neck pain) などの言葉に置き換えられている^{11,14)}。

過体重・肥満やメタボリック症候群と頸部痛の関連を調査した報告はいくつかみられており^{15,17,22)}、いずれもこれらの状態は頸部痛のリスク因子であると報告されているものの、頸部痛への詳細な要因については明らかにされていない。本研究では、過体重・肥満者で症状あり・なしでの比較により、痛みの病態の検出を試みたが、腰痛同様に有意な所見を見出すことはできなかった。本結果は、過体重・肥満者における肩こりや腰痛症状の要因特定分析には調査不十分であることを示唆しており、今後さらに心理社会背景まで含めた、より詳細な項目の分析が必要と考えられる。

結 語

過体重・肥満者に対して6ヵ月の減量プログラムを実施し、対象者の腰痛・肩こり・膝痛の自觉症状有訴者の特徴を様々なパラメーターを用いて調査した。その結果、減量開始前の時点において症状あり・なしの群間で、膝痛のみ年齢と最大酸素摂取量に有意差を認めた。さらに膝痛あり群については、減量介入後、症状改善群において症状不変群との間に最大酸素摂取量の有意差が認められた。また対象者全体でみると最大酸素摂取量は1日歩数と正の相関を示した。本結果より過体重・肥満者の膝の痛みの改善には、減量のみでなく、より高い持久力向上につながる活動量の増加が重要であることが示唆された。

文 献

- 1) Andersen, R.E., Crespo, C.J., Bartlett, S.T., Bathon, J.M., Fontaine, K.R., Relationship between body weight gain and significant knee, hip, and back pain in older Americans, *Obes. Res.*, 11 (2003) 1159–1162.
- 2) Brozek, J., Grande, F., Anderson, J.T., Keys, A., Densitometric analysis of body composition: Revision of some quantitative assumptions, *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, 110 (1963) 113–1140.
- 3) Ettinger, W.H. Jr., Burns, R., Messier, S.P., Applegate, W., Rejeski, W.J., Morgan, T., Shumaker, S., Berry, M.J., Otoole, M., Monu, J., Craven, T., A randomized trial comparing aerobic exercise and resistance exercise with a health education program in older adults with knee osteoarthritis, *The Fitness Arthritis and Seniors Trial (FAST)*, *JAMA*, 277 (1997) 25–31.
- 4) Ferreira, P.H., Beckenkamp, P., Maner, C.G., Hopper, J.L., Ferreira, M.L., Nature or nurture in low back pain? Results of a systematic review of studies based on twin samples, *Eur. J. Pain*, 17 (2013) 957–971.
- 5) Felson, D.T., Goggins, J., Niu, J., Zhang, Y., Hunter, D.J., The effect of body weight on progression of knee osteoarthritis is dependent on alignment, *Arthritis Rheum.*, 50 (2004) 3904–3909.
- 6) Felson, D.T., Zhang, Y., Anthony, J.M., Naimark, A., Andorson, J.J., Weight loss reduces the risk for symptomatic knee osteoarthritis in women. *The Framingham Study*, *Ann. Intern. Med.*, 116 (1992) 535–539.
- 7) Grotle, M., Hagen, K.B., Nativing, B., Dahl, F.A., Kvien, T.K., Obesity and osteoarthritis in knee, hip and/or hand: an epidemiological study in the general population with 10 years follow-up, *BMC Musculoskelet. Disord.*, 9 (2008) 132.
- 8) Han, T.S., Schouten, J.S.A.G., Lean, M.E.J., Seidell, J.C., The prevalence of low back pain and associations with body fatness, fat distribution and height, *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord.*, 21 (1997) 600–607.
- 9) Health and Welfare Statistics Association (Japanese) Annual Statistical Report of National Health Conditions, (2010/2011) pp72–73.
- 10) Hochberg, M.C., Altman, R.D., Applil, K.T., Benkhalti, M., Guyatt, G., McGowan, J., Towheed, T., Welch, V., Wells, G., Tugwell, D., American College of Rheumatology 2012 recommendations for the use of nonpharmacologic and pharmacologic therapies in osteo-

- arthritis of the hand, hip, and knee, *Arthritis. Care Res. (Hoboken)*, 64(2012)465–474.
- 11) Iizuka, Y., Shinozaki, T., Kobayashi, T., Tsutsumi, S., Osawa, T., Ara, T., Iizuka, H., Takagishi, K., Characteristics of neck and shoulder pain (called katakori in Japanese) among members of the nursing staff, *J. Orthop. Sci.*, 17(2012)46–50.
- 12) Imai, T., Sakai, S., Mori, K., Ando, F., Niino, N., Simokata, H., Nutritional assessments of 3-day dietary records in National Institute for Longevity Sciences —Longitudinal Study of Aging (NLS-LSA), *J. Epidemiol.*, 10(suppl) (2000)S70–76.
- 13) Janke, E.A., Collins, A., Kozak, A.T., Overview of the relationship between pain and obesity: What do we know? Where do we go next?, *J. Rehabil. Res. Dev.*, 44(2007)245–262.
- 14) Jimbo, S., Atsuta, Y., Kobayashi, T., Matsuno, T., Effects of dry needling at tender points for neck pain (Japanese: katakori): near-infrared spectroscopy for monitoring muscular oxygenation of the trapezius, *J. Orthop. Sci.*, 13(2008)101–106.
- 15) Kääriä, S., Laaksonen, M., Rahkonen, O., Lahelma, E., Leino-Arjas, P., Risk factors of chronic neck pain: a prospective study among middle-aged employees, *Eur. J. Pain*, 16(2012)911–920.
- 16) Kikuchi, S., New concept for backache: biopsychosocial pain syndrome, *Eur. Spine J.*, 17(2008)421–427.
- 17) Mäntyselkä, P., Kautiainen, H., Vanhala, M., Prevalence of neck pain in subjects with metabolic syndrome —a cross-sectional population-based study, *BMC Musculoskelet. Disord.*, 30(2010)171.
- 18) McGoey, B.V., Deltel, M., Saplys, R.F., Kliman, M., Effect of weight loss on musculoskeletal pain in the morbidly obese, *Bone Joint Surg. Br.*, 72(1990)322–323.
- 19) Messier, S.P., Loeser, R.F., Miller, G.D., Morgan, T.M., Rejeski, W.J., Sevcik, M.A., Ettinger, W.H. Jr., Panor, M., Williamson, J.D., Exercise and dietary weight loss in overweight and obese older adults with knee osteoarthritis: the Arthritis, Diet, and Activity Promotion Trial, *Arthritis Rheum.*, 50(2004)1501–1510.
- 20) Miscio, G., Guastamacchia, G., Brunani, A., Priano, L., Baudo, S., Mauro, A., Obesity and peripheral neuropathy risk: a dangerous liaison, *J. Peripher. Nerv. Syst.*, 10(2005)354–358.
- 21) Nguyen, U.S.T.D., Zhang, Y., Zhu, Y., Niu, J., Zhang, B., Felson, D.T., Increasing prevalence of knee pain and symptomatic knee osteoarthritis: survey and cohort data, *Ann. Intern. Med.*, 155(2011)725–732.
- 22) Peltonen, M., Lindroos, A.K., Torgerson, J.S., Musculoskeletal pain in the obese: a comparison with a general population and long-term changes after conventional and surgical obesity treatment, *Pain*, 104(2003)549–557.
- 23) Prospective Studies Collaboration, Body-mass index and cause-specific mortality in 900 000 adults: collaborative analyses of 57 prospective studies, *Lancet*, 373(2009)1083–1096.
- 24) Ray, L., Lipton, R.B., Zimmerman, M.E., Katz, M.J., Derby, C.A., Mechanisms of association between obesity and chronic pain in the elderly, *Pain*, 152(2011)53–59.
- 25) Rodacki, A.L., Fowler, N.E., Provensi, C.L.G., Rodacki, C.L.N., Dezan, V.H., Body mass as a factor in stature change, *Clin. Biomech.*, 20(2005)799–805.
- 26) Sharma, L., Lou, C., Cahue, S., Dunlop, D.D., The mechanism of the effect of obesity in knee osteoarthritis: the mediating role of malalignment, *Arthritis. Rheum.*, 43(2000)568–575.
- 27) Stallings, S.P., Kasdan, M.L., Soergel, T.M., Corwin, H.M., A case-control study of obesity as a risk factor for carpal tunnel syndrome in a population of 600 patients presenting for independent medical examination, *J. Hand Surg. Am.*, 22(1997)211–215.
- 28) Tesfaye, S., Chaturedi, N., Eaton, S.E.M., Ward, J.D., Manes, C., Ionescu-Tirgoviste, C., Witte, D.R., Fuller, J.H., Vascular risk factors and diabetic neuropathy, *N. Engl. J. Med.*, 352(2005)341–350.
- 29) Whitmer, R.A., Gustafson, D.R., Barrett-Connor, E., Haan, M.N., Gunderson, E.P., Yaffe, K., Central obesity and increased risk of dementia more than three decades later, *Neurology* 71(2008)1057–1064.

Address for correspondence: Tomomi Hasegawa
Institute of Physical Fitness, Sports Medicine and
Rehabilitation, School of Medicine, Aichi Medical
University
1-1 Yazako Karimata, Nagakute, Aichi 480-1195,
Japan
Tel: 0561-61-1809 / Fax: 0561-63-3563
E-mail: tommyh627@gmail.com