糖尿病性多発神経障害の有無による身体機能, 身体組成についての検討

Comparison of Physical Function and Body Composition between Presence or Absence of Diabetic Polyneuropathy

甘利 貴志^{1,2)} 藤田 博暁²⁾ 大久保 栄造³⁾ 堀内 俊樹¹⁾
坂本 祐太¹⁾ 大森 舞子¹⁾ 渡邊 浩文¹⁾

TAKASHI AMARI, RPT^{1,2)}, HIROAKI FUJITA, RPT, PhD²⁾, EIZO OKUBO, MD³⁾, TOSHIKI HORIUCHI, RPT¹⁾,
YUTA SAKAMOTO, RPT¹⁾, MAIKO OMORI, RPT¹⁾, KOBUN WATANABE, RPT¹⁾

¹⁾ Department of Rehabilitation, Fuefuki Central Hospital: 47-1 Yokkaichiba, Fuefuki, Yamanashi 406-0032, Japan
TEL +81 55-262-2185 E-mail: rehabili@fch.or.jp

²⁾ Field of Physical Therapy, Department of Medical Studies, Graduate School of Saitama Medical University

³⁾ Department of Internal Medicine, Fuefuki Central Hospital

Rigakuryoho Kagaku 33(1): 177-182, 2018. Submitted Aug. 25, 2017. Accepted Oct. 9, 2017.

ABSTRACT: [Purpose] This study compared body function and body composition of outpatients with or without diabetic polyneuropathy (DPN). [Subjects and Methods] The subjects were 32 outpatients with type 2 diabetes. They were divided into a DPN group and a non-DPN group, and physical activity, body composition, exercise habits surveyed by questionnaire, and physical activity amount of the two groups were compared. [Results] Regarding physical function, the FRT of the DPN group was significantly lower ($p < 0.05$); however, knee extension muscle strength, grip strength, single-leg standing time, 6 m normal and fastest walking speeds, 6 m normal and fastest walking strides showed no significant differences. Similarly body composition and exercise habits were not significantly different. [Conclusion] The DPN group had lower dynamic balance ability. The results suggest the importance of assessing DPN patients in outpatient diabetes classrooms, improving their balance ability, and giving daily living guidance including fall prevention.

Key words: diabetic polyneuropathy, body function, body composition

要旨: 〔目的〕外来通院患者に対して Diabetic Polyneuropathy (以下, DPN) の有無で身体機能, 身体組成の比較を行った。〔対象と方法〕対象は外来 2 型糖尿病患者 32 名とした。DPN 群と非 DPN 群に分け, 身体機能, 身体組成, 運動習慣の有無, 身体活動量の比較を行った。〔結果〕身体機能では DPN 群において FRT の有意な低下を認めた ($p < 0.05$)。膝伸筋力, 握力, 片脚立位時間, 6 m 通常および最速歩行速度, 6 m 通常および最速歩行の歩幅のいずれも有意差を認めなかった。身体組成, アンケートにおいても有意差は認めなかった。〔結語〕DPN 群は動的バランス能力がより低下していた。外来糖尿病教室では DPN の評価を行い, バランス能力の改善を図ることや, 転倒予防を含めた生活指導を行う必要性が示唆された。

キーワード: 糖尿病性多発神経障害, 身体機能, 身体組成

¹⁾ 笛吹中央病院 リハビリテーション科: 山梨県笛吹市石和町四日市場 47-1 (〒406-0032) TEL 055-262-2185

²⁾ 埼玉医科大学大学院 医科学専攻 理学療法学分野

³⁾ 笛吹中央病院 内科

I. はじめに

2013年の厚生労働省の報告によると、糖尿病が強く疑われる者は950万人、糖尿病の可能性を否定できない者は1,100万人、合計で2,050万人と報告され¹⁾、総人口あたりの割合は24.1%である。糖尿病は脳卒中や虚血性心疾患などの心血管疾患の発症および進展を促進し、患者のQOLを著しく低下させる²⁾。平成25年度の厚生労働省の調査では、糖尿病に関わる医療費は1兆2,076億円と推計されており、医療費全体の約3%を占めている³⁾。このように糖尿病は医療経済的にも大きな負担を社会に強いており、今後も社会の高齢化に従って増大すると予想されている。そのため、医療経済的な視点からも早期から糖尿病に対する対策が求められている。

我が国においては、糖尿病のうち2型糖尿病が95%を占めるといわれている。その治療は代謝障害が中等度以下であれば食事療法、運動療法から開始される⁴⁾。糖尿病の運動療法は診療報酬を得られないことから糖尿病患者の運動指導を行っている施設は少なく⁵⁾、特に外来での糖尿病の運動指導を行っている施設は少ないことが報告されている⁶⁾。当院においては、運動指導と実技内容は数ヶ月に1回と頻度は少なく、画一的に行われている現状にある。一方、糖尿病の病態は合併症を中心として多岐にわたっているため、運動指導においても患者の特性を考慮する必要がある。

糖尿病慢性合併症のなかで末梢神経障害は比較的早期に出現し⁷⁾、無自覚で高い発症率であると報告されている⁸⁾。糖尿病性末梢神経障害のうち、頻度が最も高いのは糖尿病性多発神経障害 (Diabetic Polyneuropathy: 以下、DPN) である。その症状の特徴は遠位優位、左右対称性、知覚優位⁹⁾であることから感覚神経がより早期に障害され、緩徐の進行する病態を呈する¹⁰⁾。つまり、DPNは外来糖尿病患者においても早期から発症している可能性があり、気づかないうちにその症状が進行している可能性がある。一方で、既存の糖尿病教室において、その内容は運動の必要性や実際の方法などが中心であったが、近年ではDPNは四肢末梢の感覚障害に伴う傷や、胼胝のチェックを中心とした手足のリスク管理のみならず、身体機能の障害に着目されてきた。

糖尿病患者においては、非糖尿病患者と比較して筋力の低下¹¹⁾、筋肉量の低下¹²⁾、歩行速度の低下¹³⁾、バランス能力の低下¹⁴⁾が指摘されているが、糖尿病患者間でもDPNを合併することによる筋力低下¹⁵⁾や、身体バランスの不良¹⁶⁾が報告されている。また、糖尿病患者は非糖尿病患者と比較して入院につながるような転倒リスクが高いが¹⁷⁾、DPNを合併することによりさらに転倒のリスクが増加すると報告しており¹⁸⁾、DPNは糖尿病において身体機能低下をきたし、転倒の要因となっている。つまり、糖尿病患者のなかでDPNの合併により、

身体機能の低下、身体組成変化が起こり、歩行やバランスなどの身体能力の低下をきたす。

しかし、教育入院患者や、理学療法介入を行っている患者の報告はみられる一方、外来糖尿病患者は理学療法士と関わりが少なくことから、外来通院患者を対象を絞った研究は少ない。DPNは早期から出現することから、画一的な糖尿病教室での運動療法に患者特性を反映できると考える。したがって、糖尿病の外来通院患者において、DPNの有無で身体機能、組成の検討を行った。

II. 対象と方法

1. 対象

当院を受診している患者とした。平成26年6月から12月に受診している患者のうち、運動を禁忌とする重篤な心疾患を合併している患者、運動により増悪する整形外科疾患を合併している患者、脳卒中などの神経疾患の既往がある患者を除外した糖尿病患者に対し、主治医が調査の紹介を行い、本調査について説明を行ったうえで、同意が得られた32名 (男性22名、女性10名、年齢 62.5 ± 7.3 歳; 平均 $\pm$ 標準偏差) を対象とした。また、本研究は埼玉医科大学保健医療学部倫理委員会の承認 (承認番号: M-55) を受けて実施した。

2. 方法

本調査で分析するDPN合併の診断は、糖尿病性神経障害を考える会が提唱した糖尿病性多発神経障害の簡易診断基準¹⁹⁾に準じた。糖尿病性多発神経障害以外の末梢神経障害を否定し、足関節内果の振動覚、アキレス腱反射、自覚症状の有無の3項目のうち、2項目以上該当した患者をDPN群とした。糖尿病性多発神経障害以外の末梢神経障害を否定することができない患者、または糖尿病性多発神経障害以外の末梢神経障害を否定できるが、足関節内果の振動覚、アキレス腱反射、自覚症状の有無の3項目のうち1項目以下であった患者は非DPNとした。なお、診断は糖尿病専門医が行った。振動覚測定にはC128音叉を用いた。自覚症状の聞き取りは、症状が両側性であること、足趾先および足底のしびれ、疼痛、異常感覚のうちいずれかを訴えることを確認した。血糖値の指標であるHbA1cと糖尿病の罹病期間に関しては、測定同意日のデータをカルテより後方視的に抽出した。

身体機能測定は、膝伸展筋力、握力、片脚立位、Functional Reach Test (以下、FRT)、6m歩行テストを行った。膝伸展筋力の測定はHand Held Dynamometer (μ -TASF-1, アニマ社製) を用いて測定した。測定方法は加藤らの方法²⁰⁾に従い、膝関節90°の椅子座位での等尺性収縮による最大膝伸展筋力を測定した。圧力センサーの誤差をなくするため、後方のバーから下腿部をベル

トで固定し、下腿の遠位部前面に圧力センサーのパッドが当たるように調整した。測定肢は利き脚とし、3秒間の最大等尺性運動を行わせ膝伸展筋力を1回測定した。得られた膝伸展筋力(N)を膝関節から測定部位までの距離と体重で除して、体重あたりの膝伸展筋トルク値(Nm/kg)を算出した。

握力の測定はスモドレー式デジタル握力計 TTK5401(竹井機器社製)を用いた。文部科学省新体力テスト実施要項²¹⁾に準じて最大握力(kg)を1回測定した。

片脚立位の測定は文部科学省新体力テスト実施要項²¹⁾に準じて行い、最大の測定時間は120秒までとした。測定は利き脚のみを2回測定し、最大値(秒)を代表値とした。

FRTの測定はDuncanらの方法²²⁾に準じて行い、前方へのリーチした最大距離(cm)を計測した。測定は1回とした。

6m歩行テストの測定は前後に2mの助走路を設けた10mの歩行路を設け、中間の6mの歩行時間と歩数を計測した。測定は通常歩行と、最速歩行をそれぞれ1回ずつ行った。測定後に歩行距離と歩行時間から歩行速度(m/秒)を換算し、歩行距離と歩数から歩幅(cm)を換算した。

身体組成評価は、バイオインピーダンス法を利用した体成分分析装置 In Body720(バイオスペース社製)を使用し、補正四肢筋肉量、下肢筋量、体脂肪率、BMIを測定した。補正四肢筋肉量は左右の上下肢の筋肉量を身長²で補正した値を用いた。下肢筋量比は左右の下肢筋量を体重で補正した値を用いた。

アンケート調査は、身体活動量のアンケートはInternational Physical Activity Questionnaire short version(以下、IPAQ)を用いた。IPAQは「強い身体活動」、「中等度の身体活動」、「10分以上の歩行」についてそれぞれ1週間あたりの日数および1日あたりの時間を回答するものであり、糖尿病患者において妥当性が報告されている²³⁾。質問した項目をガイドライン²⁴⁾に従い、「High」、「Moderate」、「Low」のカテゴリーに分類した。健康関連QOL評価はEuro QOL-5Dimension(以下、EQ-5D)を用いた。5項目(移動の程度、身の回りの管理、普段の生活、痛みや不快感、不安やふさぎ込み)からなる質問に対して3段階で記載した。得られた回答の組み合わせを、換算表を用いてスコア化した。運動に対する意識の調査として、Transtheoretical model(以下、TTM)に基づく行動変容ステージのアンケートを行った。運動に対する現在の行動や意識について、行動変容ステージを記載した。

統計解析では、対象者をDPN群と非DPN群に分類した。身体機能、身体組成、アンケートの各項目の測定値の群間比較はMann-WhitneyのU検定を用いて検討した。また、DPNの有無と性別、運動習慣の有無、身

体活動量については χ^2 検定を用いて分析を行った。解析はJMP ver11を用いた。有意水準は5%とした。

III. 結 果

対象者の年齢、性別、HbA1c、体脂肪率、罹病期間を表1に示す。DPNの診断基準より、本調査においてDPNと診断された症例は全対象者のうち12名であり、全体の38%であった。DPN群と非DPN群で比較して性別、HbA1c、体脂肪率、罹病期間はいずれも有意差は認めなかった。

運動機能測定の結果を表2に示す。膝伸展筋トルク、握力、片脚立位時間、6m通常歩行速度、6m最速歩行速度、6m通常歩行歩幅、および6m最速歩行歩幅のいずれの項目とも有意差を認めなかった。なお、FRTにおいては、DPN群は 28.6 ± 4.6 cm、非DPN群は 33.6 ± 4.9 cmであり有意な低下を認めた($p < 0.05$)。

身体組成の結果を表3に示す。補正四肢筋肉量、下肢筋量比とも有意差は認められなかった。

アンケート調査の結果を表4に示す。運動習慣の有無、身体活動量、およびEQ-5Dの比較では有意差は認められなかった。

IV. 考 察

本研究では糖尿病の外来通院患者において、DPNの有無で身体機能、身体組成の検討を行った。DPNと診断された症例は全対象者のうち12名であり、全体の38%であった。DPNの合併症の頻度を調査した先行研究である佐藤ら²⁵⁾の15,000例の調査では35.8%、糖尿病対策推進会議⁸⁾の67,000例の調査では47.1%、日本臨床内科医会調査研究グループ⁷⁾の4,709例の調査では36.7%の合併率であった。本調査では先行調査と同様な結果を示し、対象者の3割以上がDPNを合併していた。

表1 各群の基本属性

	DPN 群 (n=12)	非 DPN 群 (n=20)
年齢 (歳)	64.1 $\pm$ 4.8	61.5 $\pm$ 8.4
性別 (男/女)	7/5	15/5
身長 (cm)	161.3 $\pm$ 8.9	166.7 $\pm$ 8.3
体重 (kg)	62.7 $\pm$ 11.7	71.7 $\pm$ 18.8
BMI (kg/m ²)	24.0 $\pm$ 3.5	25.6 $\pm$ 5.4
HbA1c (%)	6.9 $\pm$ 0.5	7.1 $\pm$ 1.1
罹病期間 (月)	101.9 $\pm$ 91.1	90.7 $\pm$ 96.3
体脂肪率 (%)	27.3 $\pm$ 10.6	27 $\pm$ 8.3

平均値 $\pm$ 標準偏差、または人数を表示。

HbA1cはNGSP値を使用。

罹病期間不明2名。

表2 DPNの合併と運動機能

	DPN 群 (n = 12)	非 DPN 群 (n = 20)
片脚立位時間 (秒)	35.6 ± 41.3	41.4 ± 38.5
FRT (cm)	28.6 ± 4.6	33.6 ± 4.9*
膝伸展筋トルク (Nm/kg)	1.65 ± 0.6	1.71 ± 0.4
握力 (kg)	30.6 ± 7.9	36.8 ± 10.4
6 m 通常歩行速度 (m/秒)	1.27 ± 0.2	1.24 ± 0.2
6 m 最速歩行速度 (m/秒)	1.86 ± 0.2	1.88 ± 0.3
6 m 通常歩行 歩幅 (cm)	65.3 ± 7.3	64.9 ± 7.9
6 m 最速歩行 歩幅 (cm)	77.8 ± 12.6	78.9 ± 10

平均値 ± 標準偏差.

* : $p < 0.05$.

表3 DPNの合併と身体組成

	DPN 群 (n = 12)	非 DPN 群 (n = 20)
補正四肢筋肉量 (kg/m ²)	7.01 ± 1.1	7.66 ± 1.2
下肢筋量比 (%)	17.6 ± 3.4	19.0 ± 2.3

平均値 ± 標準偏差.

表4 DPNの合併とアンケート調査

	DPN 群 (n = 12)	非 DPN 群 (n = 20)
運動習慣 (有/無)	3/9	13/7
身体活動量 (High/Moderate/Low)	3/5/4	2/10/8
EQ-5D	0.84 ± 0.2	0.90 ± 0.1

平均値 ± 標準偏差.

つまり、外来通院患者においても DPN は高い発症率を呈しており、対象者には偏りはなかったと考える。

対象者の身体状況は DPN 群において、HbA1c は $6.9 \pm 0.5\%$ 、罹病期間は 8.5 ± 7.6 年であった。また、非 DPN 群では HbA1c は $7.1 \pm 1.1\%$ 、罹病期間は 7.6 ± 8.0 年であった。DPN 群では非 DPN 群と比較して血糖コントロールは良好であったが、罹病期間は増加していた。身体状況を本調査と先行研究を比較すると、森田ら¹⁶⁾の調査において DPN 群では HbA1c は $8.2 \pm 2.4\%$ 、罹病期間は 14.8 ± 9.2 年であったとの報告があり、先行研究の DPN 群と比較すると血糖コントロールは良好であり、罹病期間は短かった。また、筋肉量について、谷本ら²⁶⁾の報告では、地域前期高齢者の補正四肢筋肉量の平均は男性で 7.4 ± 0.8 kg/m²、女性で 6.0 ± 0.9 kg/m²であった。また片岡ら¹²⁾は、糖尿病患者の下肢筋量と筋力を調査した結果、下肢筋量は血糖コントロール良好群で $16.5 \pm 1.6\%$ であったと報告している。本調査において、補正四肢筋肉量は地域在住高齢者と比較して同等な結果であり、下肢筋量比は片岡らの報告した糖尿病患者より高い結果となった。つまり、本研究の身体組成結果において、全身の筋肉量、下肢筋量比は糖尿病患者のなかでも比較的高い対象者であったと考える。

運動機能の比較では、DPN 群において FRT で有意な低下を認めた。65 歳以上の高齢者を対象とした転倒歴とバランス能力を調査した結果、FRT において転倒歴

がある群で有意に低下したとの報告がみられており²⁷⁾、FRT の低下は転倒に関与することが示唆されている。一方、理学療法の臨床場面では FRT の計測は運動機能の把握として広く行われており、バランス能力の指標として一般化されている。FRT の基準については 69 歳から 81 歳を対象としたレビューにおいて 29.4 cm と報告されており²⁸⁾、新谷ら²⁹⁾の地域在住高齢者のバランス能力を調査した報告では、65 歳から 69 歳の FRT の平均値は男女ともに 30.8 cm であった。本研究の対象者平均年齢は DPN 群において 64.1 ± 4.8 歳であり、この先行研究と比較して年齢が若いにもかかわらず、FRT の結果は 28.6 ± 4.6 cm と低値を示した。DPN の合併の有無とバランス能力を検討した先行研究では、DPN 患者では重心動揺が大きく、身体バランスが低下していたとの報告¹⁶⁾や、DPN 患者の最も困難な課題は片脚立位、タンデム立位、前方リーチであったとの報告があり³⁰⁾、DPN を合併することで静的、動的バランス能力の低下が示唆されている。これらより DPN を合併することは、バランス能力をより低下させ、転倒リスクと強く関与している可能性がある。

本研究の結果において、DPN 患者において有意に FRT が低下したことは、DPN 患者では動的バランス能力の低下が起こるという先行研究を支持する結果になった。一般的に糖尿病性神経障害は罹病期間が長く、HbA1c が不良な例ほど発症率が高くなるとされてい

る³¹⁾。森田らの先行研究の対象は罹病期間 14.8 ± 9.2 年、HbA1c は $8.2 \pm 2.4\%$ であり、それと比較して本研究では罹病期間が短く、HbA1c は良好であった。つまり、血糖コントロール良好な外来通院患者においても DPN を発症し、DPN の合併は動的バランス能力を低下させ、転倒につながる危険性を高めることが示唆された。

しかしながら、本研究では DPN 合併により FRT は低下していたが、片脚立位時間の差を認められなかった。この点については、片脚立位時間は立位における姿勢保持という静的バランスの領域であり、FRT は同一支持基底面における身体移動を伴う動的バランスであるため、バランス能力の違いが挙げられると考える。そして、DPN の合併はより末梢の神経から障害を受けることから、重心を前方に移動し、末梢の感覚情報とのフィードバックが必要となる FRT の低下が生じたと考えられる。健常高齢者を対象とした調査では、65 歳から 79 歳の片脚立位時間では、非転倒群の平均値は 40 秒³²⁾、大熊ら¹⁴⁾ の糖尿病患者を対象とした調査では糖尿病患者全例の平均が 28.9 秒であったと報告している。糖尿病患者を対象とした先行研究と比較すると本研究は高い結果であった。また、本結果と同様に野村ら³³⁾ の調査でも DPN の有無で片脚立位時間に有意差はみられなかったと報告している。その理由として対象が教育入院中で積極的な運動療法の適応のあった点、重度の DPN を含んでいなかった点を述べている。本調査においては、活動性が高い外来通院のみの対象であり、運動機能は比較的高く、罹病期間も短かった。さらに対象者も少なくばらつきが大きかった。今後、DPN の重症度を含めた調査を行い、糖尿病患者の静的バランス能力を低下させる原因について今後さらなる検討が必要であると考ええる。

60 歳以上の地域在住高齢者の歩行速度のレビューにおいて、5 m 歩行速度時間の参照値は快適速度で 4.20 秒、最大努力速度で 2.86 秒であったとしている³⁴⁾。速度に換算すると、快適速度が $1.19 \text{ m} / \text{秒}$ 、最大努力速度が $1.75 \text{ m} / \text{秒}$ である。Menz ら³⁵⁾ の調査では糖尿病患者では歩行速度が遅くなり、歩幅が狭くなると報告している。しかし、本研究では、地域在住高齢者の報告と比較しても DPN の合併において、歩行速度、歩幅の低下はみられなかった。本研究では身体活動量の結果は中等度以上の対象者が多く、就労中の患者も多く含んでいた。さらに EQ-5D の結果では、DPN 群で 0.84 ± 0.23 、非 DPN 群で 0.90 ± 0.13 であり、日常生活において支障をきたさないと回答した対象者が多かった。つまり、本研究の対象者は日常生活において、比較的活動性の高い対象者であったためと考えられる。

本調査より血糖コントロール良好で、比較的罹病期間が短く、全身の筋肉量、下肢筋量比の低下が少ない外来通院糖尿病患者においても、DPN を合併することにより、動的バランス能力が低下することが示された。一般

的に、年齢が高くなると罹病期間は増加し、筋肉量も低下を呈する。そのため、早期から対策をすることが大切であると考ええる。

本研究の限界としては、HbA1c は約 1 ～ 2 ヶ月間の血糖の変動を表す指標であり、血糖コントロールに影響される DPN の重症度を考慮していない。DPN の重症度は幅広いため、今後運動機能との比較を行っていくことが必要である。また、本研究では、転倒歴を聴取していないため、直接的な転倒評価を行えていない。これについても今後 DPN と転倒歴との関連を調査していく必要があると考える。

引用文献

- 1) 厚生労働省：平成 24 年度国民健康・栄養調査報告，2014. <http://www.mhlw.go.jp/file/04-Houdouhappyou-10904750-Kenkoukyoku-Gantaisakukenkouzoushin-ka/0000099296.pdf> (閲覧日 2015 年 8 月 10 日)。
- 2) 厚生労働省：21 世紀における国民健康づくり運動（健康日本 21）。http://www1.mhlw.go.jp/topics/kenko21_11/b7.html (閲覧日 2015 年 8 月 10 日)。
- 3) 厚生労働省：平成 25 年度国民医療費の状況。 <http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-iryohi/13/dl/kekka.pdf> (閲覧日 2015 年 8 月 15 日)。
- 4) 日本糖尿病学会編：科学的根拠に基づく糖尿病診療ガイドライン 2013。南江堂，東京，2013，p24。
- 5) 万行里佳：理学療法士からみた糖尿病患者の運動療法指導における現状と問題点。理学療法科学，2010，25：457-462。
- 6) 阿部隆三，藤沼宏彰，星野武彦・他：糖尿病運動療法実施状況調査—糖尿病学会教育認定施設に対するアンケート調査より—。糖尿病，2001，44：355-360。
- 7) 日本臨床内科医会調査研究グループ：糖尿病性神経障害に関する調査研究，第 1 報，我が国の糖尿病の実態と合併症。日本臨床内科医会誌，2001，16：167-195。
- 8) 糖尿病対策推進会議：日本における糖尿病患者の足外観異常および糖尿病神経障害の実態に関する報告。 <http://www.dl.med.or.jp/dl-med/tounyoubyou/diabetes080312.pdf> (閲覧日 2015 年 8 月 10 日)。
- 9) 門脇 孝：糖尿病学—基礎と臨床。西村書店，東京，2007，p1268。
- 10) 安田 斎：糖尿病性ニューロパチーの病態と治療。臨床神経，2009，49：149-157。
- 11) 芦立典子，池田 匡，吉岡伸一：2 型糖尿病及び境界型における筋肉量と筋力の検討。米子医学雑誌，2013，64：55-60。
- 12) 片岡弘明，田中 聡，宮崎慎二郎・他：男性 2 型糖尿病患者における筋量と血糖コントロールに関する検討。理学療法科学，2012，27：329-334。
- 13) Manor B, Newton E, Abduljalil A, et al.: The relationship between brain volume and walking outcomes in older adults with and without diabetic peripheral neuropathy. Diabetes Care, 2012, 35: 1907-1912。
- 14) 大熊克信，高倉保幸，國澤洋介・他：2 型糖尿病患者の膝伸展筋力と開眼・閉眼片足立ち時間。埼玉県包括的リハビリテーション研究会，2009，9：67-69。
- 15) Andersen H, Nielsen S, Mogensen CE, et al.: Muscle strength

- in type 2 diabetes. *Diabetes*, 2004, 53: 1543-1548.
- 16) 森田真也, 田渕優希子, 笠山宗正・他: 糖尿病患者の転倒要因としての身体バランスに影響する因子の解析. *Osteoporosis Japan*, 2007, 18: 87-90.
 - 17) Yau RK, Strotmeyer ES, Resnick HE, et al.: Diabetes and risk of hospitalized fall injury among older adults. *Diabetes Care*, 2013, 36: 3985-3991.
 - 18) Macgilchrist C, Paul L, Ellis BM, et al.: Lower-limb risk factors for falls in people with diabetes mellitus. *Diabet Med*, 2010, 27: 162-168.
 - 19) 糖尿病性神経障害を考える会: 糖尿病性多発神経障害の診断基準と病期分類. *末梢神経*, 2012, 23: 109-111.
 - 20) 加藤宗規: ハンドヘルドダイナモメーターによる等尺性膝伸筋力の測定 設定方法の違いが測定値に与える影響. *東京都保健科学学会誌*, 2003, 6: 201-204.
 - 21) 文部科学省: 新体力テスト実施要項 (65~79歳対象). http://www.mext.go.jp/component/a_menu/sports/detail/_icsFiles/afieldfile/2010/07/30/1295079_04.pdf (閲覧日2014年6月10日).
 - 22) Duncan PW, Weiner DK, Chandler J, et al.: Functional reach: a new clinical measure of balance. *J Gerontol*, 1990, 45: M192-M197.
 - 23) 村野 勇, 浅川育世, 水上昌文・他: 糖尿病患者の身体活動量評価としてのIPAQ日本語版にける妥当性の検討. *理学療法科学*, 2013, 28: 101-104.
 - 24) Craig CL, Marshall AL, Sjöström M, et al.: International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. *Med Sci Sports Exerc*, 2003, 35: 1381-1395.
 - 25) 佐藤 譲, 馬場正之, 八木橋操六・他: 糖尿病神経障害の発症頻度と臨床診断におけるアキレス腱反射の意義—東北地方15,000人の実態調査—. *糖尿病*, 2007, 50: 799-806.
 - 26) 谷本芳美, 渡辺美鈴, 杉浦裕美子・他: 地域高齢者におけるサルコペニアに関する要因の検討. *日本公衆衛生雑誌*, 2013, 60: 683-689.
 - 27) 藤高祐太, 金井秀作, 原田 亮・他: 不安定面での姿勢制御能力が地域在住高齢者の転倒に及ぼす影響—不安定面での重心動揺検査における検証—. *Jpn J Health Promot Phys Ther*, 2015, 5: 75-79.
 - 28) Kamide N, Takahashi-Naritaet K, Kawamura A, et al.: Determination of the reference value and systematic bias of the functional reach test in Japanese elderly people by meta-analysis. *J of Clin Gerontol And Geriatr*, 2012, 3: 122-126.
 - 29) 新谷和文, 西脇祐司, 寺垣康裕・他: 地域在住高齢者における立位バランス能力と転倒関連要因に関する研究. *理学療法科学*, 2008, 23: 597-600.
 - 30) Ghanavati T, Shaterzadeh Yazdi MJ, Goharpey S, et al.: Functional balance in elderly with diabetic neuropathy. *Diabetes Res Clin Pract*, 2012, 96: 24-28.
 - 31) 日本臨床内科医会調査研究グループ: 糖尿病性神経障害に関する調査研究, 第2報, 糖尿病性神経障害. *日本臨床内科医会誌*, 2001, 16: 353-381.
 - 32) 坂田悍教: 運動器不安定症を有する地域高齢者に関する開眼片脚立位特性. *整形・災害外科*, 2007, 50: 17-25.
 - 33) 野村卓生, 池田幸雄, 末廣 正・他: 2型糖尿病患者における片脚立位バランスと膝伸筋力の関係. *糖尿病*, 2006, 49: 227-231.
 - 34) 安藤雅峻, 上出直人: 地域在住日本人高齢者における5m歩行時間の参照値—メタ分析による算出. *総合リハ*, 2013, 41: 961-967.
 - 35) Menz HB, Lord SR, St George R, et al.: Walking stability and sensorimotor function in older people with diabetic peripheral neuropathy. *Arch Phys Med Rehabil*, 2004, 85: 245-252.