

〈研究ノート〉

診療ノートV 転倒・骨折のエッセンス

戸村 成男¹⁾

奥野 純子²⁾

藪下 典子²⁾

要旨

わが国では、老年人口（65歳以上）が25%を超えて、超高齢社会を迎えている。転倒に起因する大腿骨近位部骨折によって寝たきり・要介護に陥る高齢者は少なくなく、病院・診療所での患者の転倒や介護施設・福祉施設内での入所者・利用者の転倒など様々な場面での転倒が問題となっている。超高齢社会における重要な課題の一つが転倒予防である。そして転倒予防に関わる様々な分野の人が参加し、情報およびネットワークを共有し、転倒予防に関する取り組みを発展させることを目指して、2014年4月に「日本転倒予防学会」が発足した。

地域在住高齢者の1年間の転倒発生率は10～30%であるといわれている。転倒の原因は、内的要因と外的要因に大別され、内的要因として、身体的因子（筋力低下・バランス不良・加齢に伴う歩行動作の変化、起立性低血圧、糖尿病、脳梗塞、パーキンソン病、運動器障害、認知障害・認知症、感覚器障害など）や、睡眠薬や精神安定薬などの薬物使用などがあり、外的要因として、環境因子（段差、家の中が片付いていない、滑りやすい床、階段、照明不良など）がある。Fall Risk Index (FRI) などを用いて、転倒ハイリスク者を早期に発見し、総合的に転倒予防対策を立てることが求められる。

転倒・骨折の予防には、筋力やバランス能力を向上させる運動療法が第一に推奨される。また最近の研究では、カルシウム代謝調節ホルモンであるビタミンDは、骨代謝を改善するだけでなく、筋力の増強などにより、転倒・骨折を減少させることが示唆されている。

キーワード 転倒、骨折、骨粗鬆症、運動、ビタミンD、ビタミンD補充

目次

- I はじめに
- II 転倒・骨折
- III 転倒予防
- IV Y町における介護予防教室
- V ビタミンDの代謝と働き
- VI 地域在住虚弱高齢者・要介護者とビタミンD
- VII 介護予防教室の効果
- VIII 介護予防教室における調査成績のまとめ

1) 浦和大学 総合福祉学部

2) 筑波大学 大学院人間総合科学研究科

I はじめに

本稿では、はじめに転倒・骨折、転倒の予防、次にY町と筑波大学が共同で進めてきたY町における介護予防教室・調査研究、そして転倒予防における運動療法・ビタミンD療法の意義について述べる。

II 転倒・骨折

●要介護者の介護が必要になった原因として、一番多いのは脳梗塞や脳出血などの脳卒中（脳血管疾患）であり、脳卒中で要介護になると、介護度が重度となる傾向がある。二番目に多いのは認知症、三番目に多いのは、^{はいようしょうこうぐん}廃用症候群（病気や外傷などの原因で、長い間、身体を動かさないために、筋肉が萎縮し、臓器の機能が低下する病態）に伴う衰弱である。人の身体は、使わなければダメになるわけである（Use it, or lose it.）。そして骨折および転倒は、四番目に多い要介護の原因である。（S-1）

●転倒は、「自らの意図なしに、地面や床、あるいはそれより低い面へ身体が倒れ、足裏以外の身体の部分が接触すること」である。

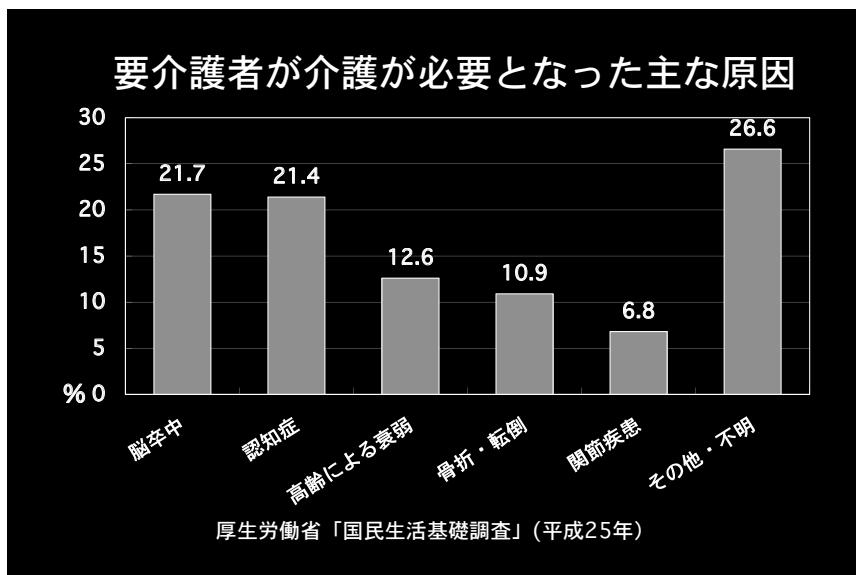
●東京消防庁による転倒・転落・墜落の定義

転倒：同一面上でバランスを失い倒れて受傷したもの（押され、突き飛ばされ、スリップ、つまずきなど）。

転落：高低差のある場所から地表面または静止位置までのスロープなどに接触しながら転がり落ち受傷したもの。

墜落：高所から地表または静止状態まで落下し受傷したもの（転落に起因し墜落したもの、

S-1



S - 2

主な転倒危険因子

危険因子	有意差ありの論文数 ／総論文数	相対危険度または オッズ比	範囲
筋力低下	11/11	4.9	1.9-10.3
バランス障害	9/9	3.2	1.6-5.4
歩行障害	8/9	3.0	1.7-4.8
視力障害	5/9	2.8	1.1-7.4
移動制限	9/9	2.5	1.0-5.3
認知機能障害	4/8	2.4	2.0-4.7
生活機能障害	5/6	2.0	1.0-3.1
起立性低血圧	2/7	1.9	1.0-3.4

* 16編の対照研究のまとめ
Rubenstein LZ. Age and Ageing. vol35(S2):ii37-ii41, 2006.

および墜落に起因し転落したものを含む)。

●転倒は、骨折の原因の86%を占める。転倒が原因で骨折し、日常生活が不自由になったり、入院生活・入所生活を続けざるを得ない高齢者は少なくない。しかし転倒で人生を終わらせる必要はない。その理由は、転倒は予防することが可能だからである。

●転倒を予防するには、多くの転倒の危険因子の中の可変因子を一つ一つ改善していく必要がある。転倒の危険因子に関する先行研究によれば、転倒の危険因子として、筋力低下、バランス障害、歩行速度や歩幅の減少などの歩行障害があり、他に視力障害、移動制限、認知機能障害、生活機能障害、起立性低血圧などがある。(S - 2)

危険因子のなかでも筋力、バランス機能、歩行などの身体的因子は、可変因子であり運動介入などによって低下を予防することが可能である。

●一般的に屋内転倒は、虚弱高齢者、屋外転倒は、健常高齢者に多く発症する。屋内で転倒しやすい場所は、居間・寝室、浴室、台所、階段、廊下、玄関などである。また屋外で転倒しやすい場所は、デコボコ道、水たまり、ぬれた道、つまずきやすい・滑りやすい道、段差、階段、急な坂道などである。

●転倒の原因は、内的要因と外的要因に大別され、内的要因として、身体的因子〔筋力低下・バランス不良・加齢に伴う歩行動作の変化、起立性低血圧（起立性低血圧は、脱水、糖尿病、高血圧、パーキンソン病、薬物使用などに起因することが多い）、糖尿病、脳梗塞、パーキンソン病、運動器障害、認知障害・認知症、感覚器障害など〕や、睡眠薬や精神安定薬などの薬物使用などがあり、外的要因として、環境因子（段差、家の中が片付いていない、滑りやすい床、階段、照明不良など）がある。

●転倒者と非転倒者の環境因子を比較した研究では、家の中の段差や階段、坂道には差がな

く、差があった項目は「家の中が片付いていない」、「家の中が暗く感ずる」といった整頓や照明の工夫で対処できるものであった。

●高齢者の転倒は、加齢、病気、運動不足、薬物使用などの身体的因子に環境因子が加わって起きるとされる。高齢者の転倒予防には、特に身体的因子に対する対策を生かした「予防医療」に重点を置かなくてはならない。病気の治療、服薬管理、そして筋力トレーニングやバランス運動などの複合的な運動などは、転倒予防に効果的とされる。

●高齢者に使用される薬物には、転倒リスクの増加に関連するものが多い。そして処方薬数に伴って転倒リスクが増加し、5剤以上を服用している高齢者は、転倒のハイリスクとみなされるが、薬物の減量・中止や処方の見直しによる転倒リスクへの効果を検討した研究は少ない。転倒を起こす可能性がある主な薬物とその副作用をあげる。

- ・降圧薬、硝酸薬、糖尿病治療薬 [スルホニル尿素 (SU) 薬、インスリンなど] : めまい・ふらつき・失神
- ・向精神薬 (睡眠薬、抗不安薬、抗うつ薬) : 眠気・ふらつき、注意力低下、脱力感・筋肉の緊張低下
- ・抗ヒスタミン薬・抗アレルギー薬 : 眠気・ボーッとする、注意力低下

●介護老人保健施設などに入所する高齢者は、転倒リスクがきわめて高い。これら施設に入所する高齢者の転倒リスクとして、「転倒・転落の既往歴がある」「見当識障害がある」「夜間トイレに行く」「トイレまで距離がある」があり、これらの要素に該当する高齢者では、4～7倍転倒リスクが高まるといわれている。

施設全体での転倒予防対策を具体化するとともに、転倒の既往歴がある高齢者に対しては、より一層の注意を払うこと、居間・廊下・トイレなどの環境整備、足元を明るくする照明、移動補助具 (杖、歩行器、車いす) の適切な使用、ヒップ・プロテクター (股関節部への衝撃を緩和する素材を中に組み入れたパンツ) の着用、そして夜間の安全な排泄方法を工夫することなどが求められる。

また後述するように、介護施設入所者へのビタミンD摂取が、単独で転倒の発生を減少させる効果が報告されており、牛乳などに添加する、あるいはサプリメントとして、ビタミンDを補充することは、転倒予防に効果的であると考えられる。

●転倒リスクの評価

22項目からなる転倒ハイリスク者の発見のための問診票 (表1) は、転倒リスクをほぼ網羅し、信頼性に優れているが、項目数が多いという欠点がある。そこで簡便な転倒リスクのスクリーニング方法として、Fall Risk Index (FRI) (表2) が開発された。

●転倒の方向と骨折のタイプの間には関連がみられる。(S-3)

①前方への転倒は、手首や膝の骨折を引き起こす。雪道で滑って前方に転倒し、片手を突き、手首を骨折する (橈骨遠位端骨折) ことは、まれではない。②後方へ転倒して、尻もちを突き、脊椎椎体圧迫骨折 (背骨の一部が押しつぶされる) や頭部外傷による慢性硬膜下血腫を起こす。③側方への転倒は特に危険であり、臀部 (しり) の側面を突き、半数ぐら

表1 転倒ハイリスク者の発見のための問診票

1) 過去1年に転んだことがありますか	回数 (回/年)	はい	いいえ
2) つまづくことがありますか		はい	いいえ
3) 手すりにつかまらず、階段の上り下りができますか		はい	いいえ
4) 歩く速度が遅くなってきましたか		はい	いいえ
5) 横断歩道を青のうちに渡り切れますか		はい	いいえ
6) 1キロメートルぐらい続けて歩けますか		はい	いいえ
7) 片足で5秒くらい立っていられますか		はい	いいえ
8) 杖を使っていますか		はい	いいえ
9) タオルを固く絞れますか		はい	いいえ
10) めまい、ふらつきがありますか		はい	いいえ
11) 背中が丸くなってきましたか		はい	いいえ
12) 膝が痛みますか		はい	いいえ
13) 目が見えにくいですか		はい	いいえ
14) 耳が聞こえにくいですか		はい	いいえ
15) もの忘れが気になりますか		はい	いいえ
16) 転ばないかと不安になりますか		はい	いいえ
17) 毎日お薬を5種類以上飲んでいますか		はい	いいえ
18) 家の中で歩くとき暗く感じますか		はい	いいえ
19) 廊下、居間、玄関によけて通るものが置いてありますか		はい	いいえ
20) 家の中に段差がありますか		はい	いいえ
21) 階段を使わなくてはなりませんか		はい	いいえ
22) 生活上、家の近くの急な坂道を歩きますか		はい	いいえ
	合計		
5、6、7、9は「いいえ」を、それ以外は「はい」を1点とし、10点以上が転倒のハイリスク。			

鳥羽研二, 他. 転倒リスク予測のための「転倒スコア」の開発と妥当性の検証.
日本老年医学会雑誌. 42巻 (3号), P346-352, 2005年.

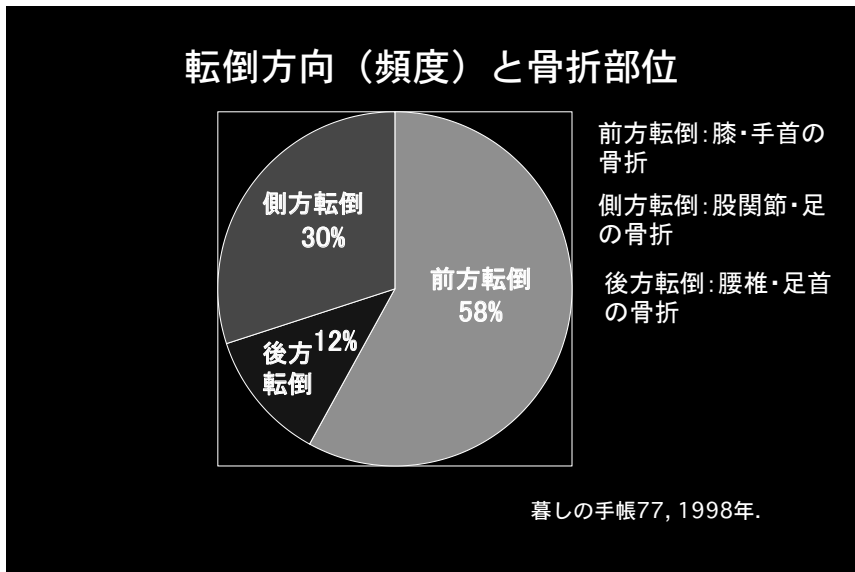
表2 Fall Risk Index (FRI)

		点数
過去1年に転んだことがありますか	はい	5
歩く速度が遅くなったと思いますか	はい	2
杖を使っていますか	はい	2
背中が丸くなってきましたか	はい	2
毎日お薬を5種類以上飲んでいますか	はい	2

該当する項目の点数を合計して、6点を超える場合は、転倒のリスクが高くなる。

Fall Risk Index (FRI). 鳥羽研二 (監修). 高齢者の転倒予防ガイドライン.
メジカルビュー社, P2-5, 2012年. より引用

S - 3

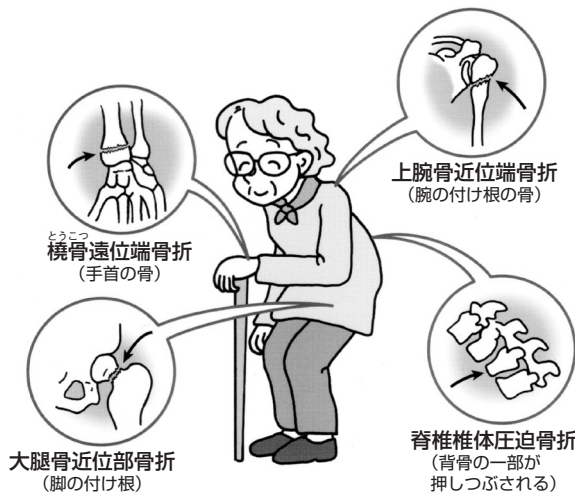


いの人で大腿骨近位部骨折（脚の付け根の骨折）を引き起こすといわれている。また元気な高齢者でも、大腿骨近位部骨折を発症することがある。たとえば自転車に乗っていて前輪の操作を誤り、側方に転倒して股関節を損傷する場合などである。

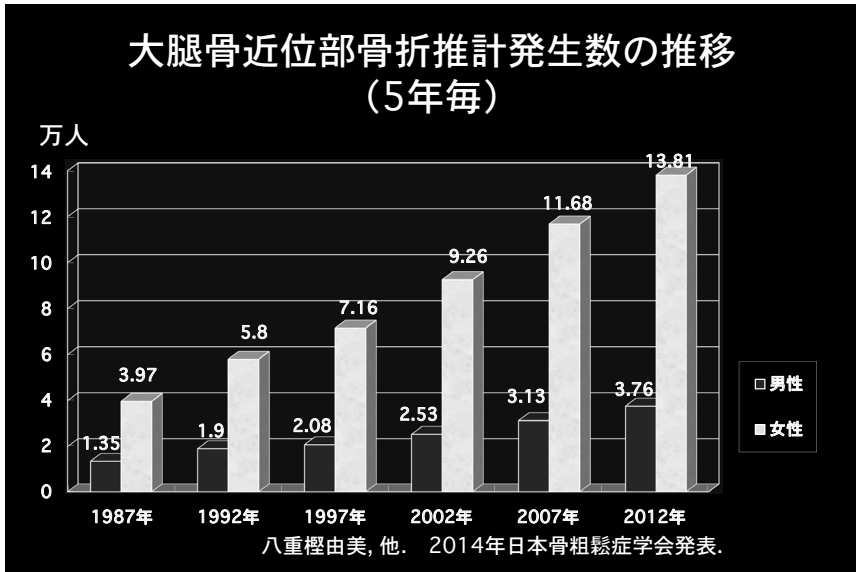
●骨粗鬆症による代表的な骨折（高齢者の4大骨折）は、脊椎椎体圧迫骨折、大腿骨近位部骨折、橈骨遠位端骨折、上腕骨近位端骨折（腕の付け根の骨折）である。大腿骨近位部骨折は、そのほとんどが転倒に伴うものである。（図1）

●高齢者の4大骨折は、年齢によって発生頻度が異なる。脊椎骨折は、原因が明らかでないままに起こる場合もあり、発生頻度は、年齢とともに高くなる。橈骨遠位端骨折は、比較的

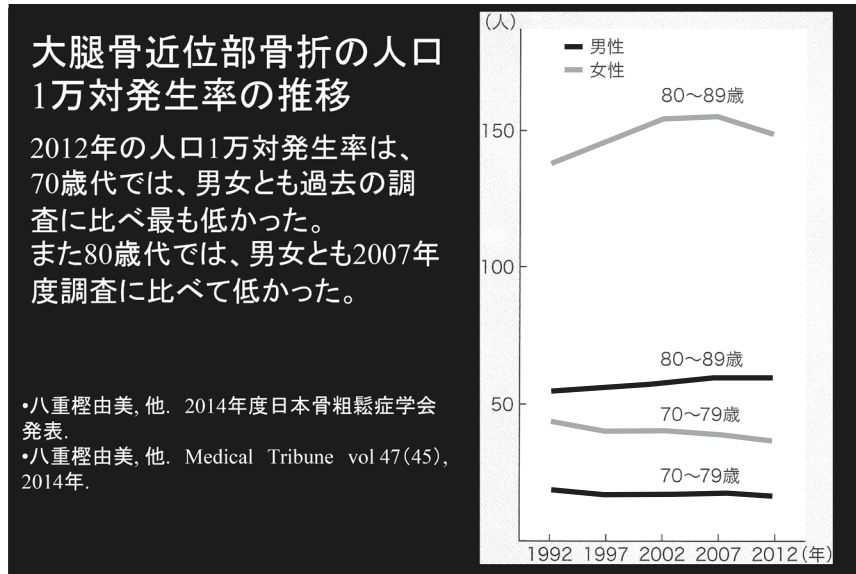
図1 高齢者の4大骨折



S - 4



S - 5



若い人に多く、50歳代から増加するが80歳以上では多くない。上腕骨近位端骨折は、70歳以上になると年齢とともに急激に増える。大腿骨近位部骨折は、70歳以下では少ないが、80歳以上になると年齢とともに急激に増加する。

●大腿骨近位部骨折は、わが国の人口の高齢化にともない近年、増加し続けている骨折の一つである。大腿骨近位部骨折は、骨粗鬆症で骨がもろくなっている女性などが転倒などにより発生する骨折で、要介護の主要な原因の一つとなっている。要介護にならなくても、約

1/3は骨折をきっかけに家に閉じこもるようになり、廃用症候群をきたしやすいため、大腿骨近位部骨折は、予防に重点をおいて取り組むべき課題である。(図2)

●骨粗鬆症財団を中心とした研究班が1987年から5年おきに全国規模で行った調査によると、大腿骨近位部骨折の発生率は、年齢が高くなるとともに上昇し、女性は男性より約3.7倍も、その数が多いことが知られている(2012年度調査)。近年、患者の数は増え続け、全国での1年間の大腿骨近位部骨折患者数は1987年には約5万3,200人であったのが、2007年には約14万8,100人、2012年には17万5,700人と、25年間で3.3倍にも増加している。(S-4)

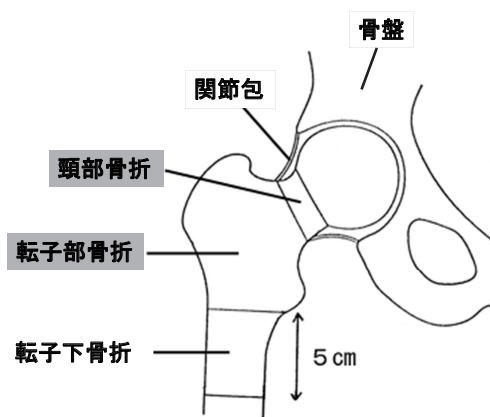
●人口の高齢化とともに、大腿骨近位部骨折の患者数は、さらに増加していくと考えられており、2042年には、年間32万人に達すると見込まれている。わが国の調査では、大腿骨近位部骨折の患者の約10%は、1年以内に死亡し、約30%は日常生活動作能力が低下すると報告されている。

●性・年齢別の人口1万対大腿骨近位部骨折の発生率を分析した調査では、2012年度は、70歳代では男性16.88人、女性36.71人で、男女とも過去20年間の調査(1992年度、1997年度、2002年度、2007年度)に比べて最も低かった。また80歳代では男性60.81人、女性151.03人で、いずれも前回の2007年度調査(男性61.03人、女性157.14人)に比べて低かった。ただし50~60歳代や90歳代では低下傾向はみられなかった。(S-5)

男女ともに70~80歳代で発生率が低下傾向にあることについては、「骨粗鬆症の啓発や転倒予防教室の成果、薬物治療の効果が関与している可能性が高い」と分析されている。

図2 大腿骨近位部骨折

大腿骨近位部骨折は、頸部骨折(関節内の骨折)と転子部骨折(関節外の骨折)とを合わせたものである。



Ⅲ 転倒予防

●転倒予防の方法のうち、グレードAとして最も推奨されるのは、運動療法である。定期的な運動は、転倒と骨折のリスクを減少させるだけでなく、心臓病や脳卒中、糖尿病の発症や、それらによる死亡リスクを下げ、ある種のがんを防ぎ、気分を向上させ、骨を作り、筋肉を強化し、肺活量を上げ、肥満を防止する。大規模調査に基づく「米国運動ガイドライン」で

は、早歩きなどの穏やかな運動を少なくとも1日30分間、週5日以上（あるいはジョギングなどの激しい運動を週75分間）、それに加えて30分間の筋力トレーニングを週に少なくとも2日行うことを推奨している。

●複合的運動介入の転倒予防効果

多種目の運動を組み合わせた複合的運動介入が、転倒予防に効果的であるとされる。ウォーキング、ジョギング、筋力強化〔重錘（おもり）バンド、伸縮バンド使用〕、バランス機能・柔軟性を高める運動、太極拳、ダンス、その他の種目を複数組み合わせることで、転倒予防効果が期待される。最新の研究では、脳機能の低下が転倒原因となることに着目し、2つの動作を同時に処理する「デュアルタスク能力」の改善を通じて、転倒を予防することが試みられている。

●ビタミンDによる転倒予防効果

転倒予防の方法のうち、グレードBとして推奨されるのはビタミンD治療である。骨格筋にはビタミンD受容体が存在し、ビタミンD受容体発現は、加齢が進むほど減少傾向にあること、ビタミンDが欠乏すると動作速度や筋力の低下の原因となることが知られている。

ビタミンD治療による転倒予防効果を検討した5件の無作為比較対照試験（RCT）（ビタミンD治療群と対照群の2群に無作為な割り付けを行い、追跡調査結果の比較によって評価する研究）のメタ解析によると、ビタミンD治療が転倒リスクを22%減少させることが明らかになっている。そのメカニズムについては、十分には解明されていないが、筋細胞や神経細胞にビタミンD受容体が存在し、ビタミンDは、筋細胞の核受容体に結合することで筋線維を構成するタンパク質の発現を促進させること、筋と神経の協調性にビタミンDが作用していること、ビタミンD投与により筋肉量が増加すること、またビタミンDの摂取量と筋力、身体活動および転倒率間には関連があることが報告されている。さらに大腿骨近位部骨折症例における筋組織を解析した結果によると、ビタミンD欠乏群では筋線維萎縮が認められたことが示されている。ビタミンDは骨だけでなく筋肉を強くする働きをもっている。

介護施設入所者へのビタミンD摂取が転倒の発生を減少させることが報告されている。これは特記すべきことであり、介護施設入所者を含む虚弱高齢者のサルコペニアと転倒予防に対して、ビタミンDの摂取は効果的であると考えられる。ちなみにサルコペニアは、加齢などに伴って生じる筋肉量減少であり、筋力低下または身体機能低下を認める。

IV Y町における介護予防教室

●Y町と筑波大学大学院人間総合科学研究科（福祉医療学研究室・健康スポーツ医学研究室）とが共同で進めてきたY町における介護予防教室の概要と調査について述べる。

●対象者は、地域在住虚弱高齢者76名である。教室で運動指導を受けた運動群と、運動指導を受けなかったコントロール群に分けて検討した。運動群では、教室での運動とともに家庭で日常的に行なえる運動が実施された。週1回、1回90分、全12回（約3カ月間）を1期として教室を実施した。1回の教室は、血圧測定、体調確認などと、運動指導（実際の運動

時間は45分程度)で構成されている。運動指導内容は、主に下肢の筋力運動を中心に移動の要素を含めた複合運動、レクリエーション運動などで構成されている。運動指導は、熟練した健康運動指導士により個別の機能に配慮したペースで行った。

高齢者が健康スポーツ医学研究室の教員の指導のもとに集団で運動を行っているところである。(S-6)

●質問紙による面接調査、身体・体力測定、血液検査を実施した。教室開始時と教室終了時(3ヵ月目)に同じ調査・測定を行った。調査の主な目的は、ビタミンDの栄養指標である血清25-ヒドロキシビタミンD [25(OH)D]濃度と転倒・生活機能・体力測定との関係、そして運動+ビタミンD補充の転倒予防効果の検討である。

●質問紙による面接調査の様子である。MMSEによる認知機能を含め30分以上の時間をかけて調査した。(S-7)

●調査項目は、年齢、性、自己申告による疾患の有無、脳梗塞既往の有無、外出頻度、過去1年間の転倒歴、過去1年間のふらつき・つまずき歴、認知機能(MMSE)、高次生活機能(老研式活動能力指標)などである。

●体力測定として、総合的移動能力の指標とされるTimed Up and Go test (TUGテスト)、静的バランス能力の指標とされる開眼片足立ち時間、動的バランス能力の指標とされるファンクショナルリーチ、そして筋力の指標とされる握力・足関節背屈力を測定した。

●血液検査として、ビタミンDの栄養指標である25(OH)D、副甲状腺機能の指標であるインタクト副甲状腺ホルモン(インタクトPTH)、カルシウム、腎機能の指標であるクレアチニン、栄養指標であるアルブミンなどを測定した。

●Timed Up and Go test (TUGテスト)を行っているところであり、協力学生の慎重な配慮の下に検査が行われている。TUGテストは、総合的移動能力をみる検査であり、椅子から立ち上がり、3m歩行し、折り返して、再び3m戻ってきて椅子に座るまでの時間を計測する。TUGテストに要する時間が長い人は、転倒の危険が高いと判断される。(S-8)

●「歩く」「またぐ」「昇り降り」という、日常生活で行う移動動作は、いずれも「片足立ち」を基本とする動作であり、脚の老化度の指標である。

開眼片足立ち時間は、目を開いて両手を腰にあて、片足ずつ立位が保持できる時間を測定するもので、静的バランス能力の指標とされる。開眼片足立ち時間は、加齢とともに低下する。

●ファンクショナルリーチ(functional reach:FR)を検査しているところである。ファンクショナルリーチは、身体の柔軟性と動的バランス能力をみるための検査である。開脚立位で、片手を90度屈曲し、そこから最大限前方に上肢を伸ばした時の到達距離を計測する。ファンクショナルリーチの距離が短い人は、転倒の危険が高いと判断される。(S-9)

●ビタミンD製剤やカルシウム製剤の効果や副作用について説明し、同意の得られた参加者を対象として、3ヵ月間、アルファカルシドール(活性型ビタミンD製剤)+カルシウム製剤を投与した。

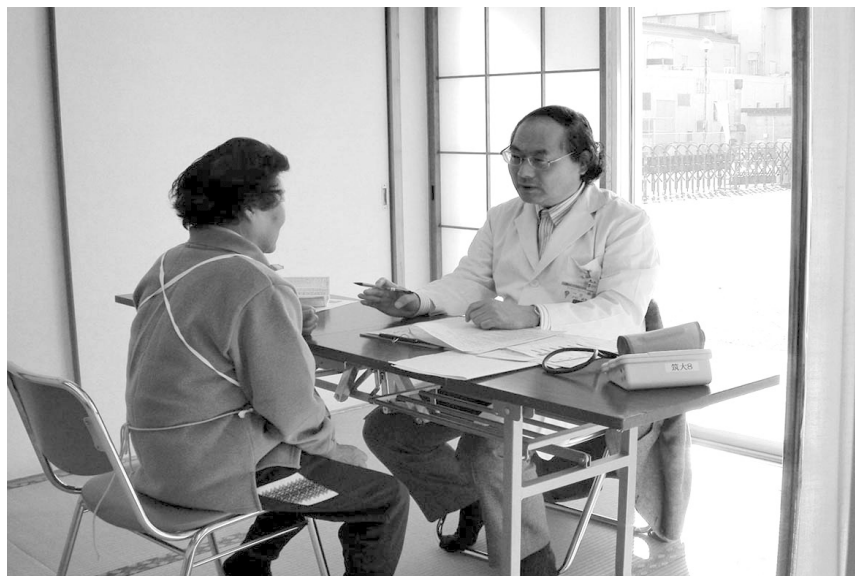
S - 6

Relationship between Serum 25 hydroxyvitamin D₃ Concentration And Walking Ability, Leg Strength, or Balance in Community-Dwelling Japanese Frail Elderly



**Junko Okuno, Shigeo Tomura, Hisako Yanagi,
Nobuko Yabushita, Tomohiro Okura, Kiyoji Tanaka**
1) Graduate School of Comprehensive Human Sciences, University of Tsukuba, Japan

S - 7



S - 8



S - 9

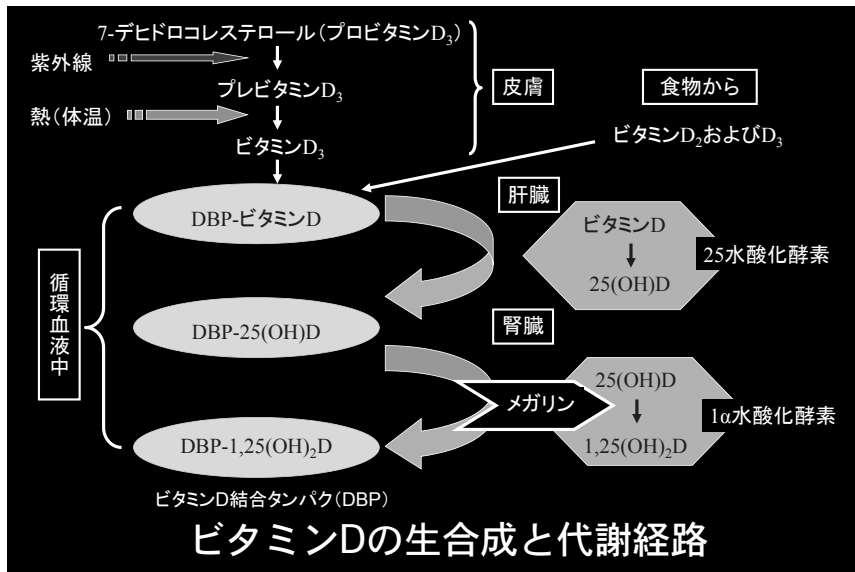


V ビタミンDの代謝と働き

●ビタミンDの生合成と代謝経路を示す。(S-10)

ビタミンDには、皮膚で合成される経路と食物から摂取される経路がある。皮膚で合成される経路では、コレステロールが代謝を受けてプロビタミンD₃となった後、皮膚で紫外線を受けてプレビタミンD₃、さらに体温の作用でビタミンD₃となり血液中を循環する。また

S-10



食物由来のビタミンD、すなわち植物由来のビタミンD₂と動物由来のビタミンD₃も摂取後に血液中を循環する。

これらのビタミンDは、肝臓で代謝を受け、25位に水酸基が付いて、25-ヒドロキシビタミンD [25(OH)D] となり、最終的に腎臓の近位尿細管で1α位に水酸基が付いて、活性型ビタミンDである1,25-ジヒドロキシビタミンD [1,25(OH)₂D] となる。そして腸、骨、腎臓に作用して、カルシウム・骨代謝を担っている。1,25(OH)₂Dは、体内のさまざまな臓器や細胞の核内にあるビタミンD受容体と結合し、ビタミンDのホルモンとしての作用を発現する。

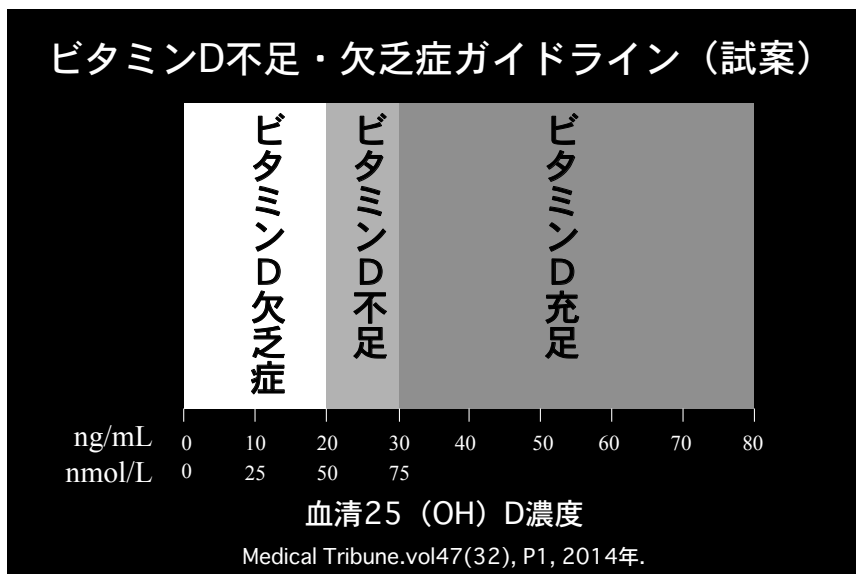
●ビタミンDは、小腸でのカルシウム吸収を促進させ、また腎臓でのカルシウム再吸収を増加させ、カルシウムバランスをポジティブにするカルシウム代謝調節ホルモンである。さらにビタミンDは、副甲状腺に作用して副甲状腺ホルモン (PTH) 分泌を抑制する。

●最近では、腎臓以外にも、生体の各種細胞の中に1位水酸化酵素が存在して、それぞれの細胞が活性型ビタミンDを作り、それぞれの細胞ないし器官において生理活性を発揮していることが明らかにされつつある。25(OH)Dや1,25(OH)₂Dは、カルシウム・骨代謝以外にもさまざまな機能をもっている。たとえば細胞の増殖を抑えて「がん」の発生を抑制する効果、レニン^{どんしよくのう}を抑制して血圧を下げる効果、インスリンを増加させて血糖値を下げる効果、マクロファージによる細菌あるいはウイルスの貪食能^{どんしよくのう}を高めて感染症の発生を防止する効果などが認められている。

●肝臓で合成された25(OH)Dは、体内でのビタミンDの貯蔵型であり、長期間、安定的に血液中を循環する。血清25(OH)D濃度は、ビタミンDの栄養状態の判定に用いられる。

●ビタミンD不足・欠乏症により、骨粗鬆症、重篤な骨格異常である乳幼児のくる病・成人

S-11



の骨軟化症、二次性副甲状腺機能亢進症、そして転倒を起こす危険が高くなり、骨折のリスクが上昇する。血清25(OH)D濃度によって、ビタミンDが充足しているか、不足しているか、欠乏しているかを判定することが可能であるが、この検査は、わが国では保険適応ではない。

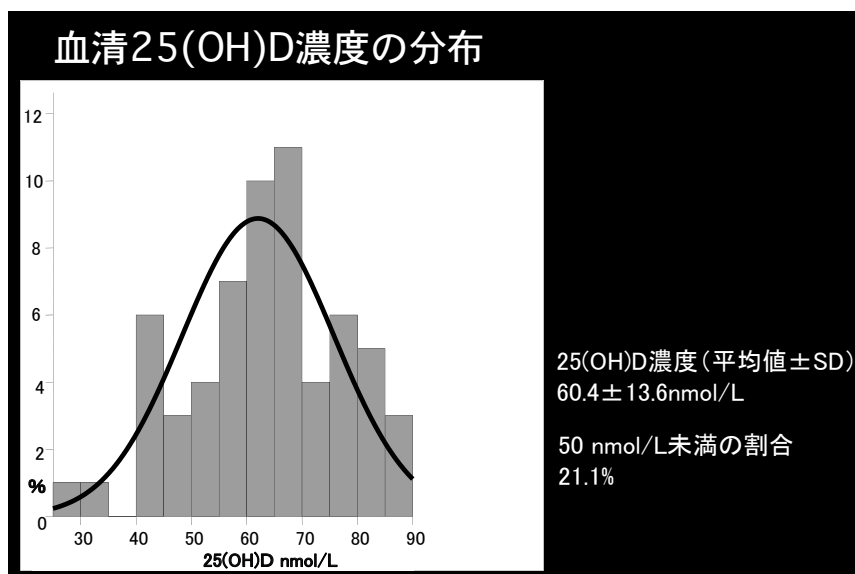
●現在、骨代謝学会・内分泌学会・厚労省研究班は、合同でビタミンD不足・欠乏症ガイドラインの策定を進めている。その試案では、血清25(OH)D濃度20ng/mL未満（この濃度では、骨粗鬆症や骨軟化症・くる病などによる骨折リスクが上昇することが知られている）をビタミンD欠乏症、20ng/mL以上かつ30ng/mL未満をビタミンD不足、30ng/mL以上をビタミンD充足と定義することを提唱している。（S-11）

●太陽光は、ビタミンDの製造機である。ビタミンDの必要量を充足するには、日光浴が最も効果的である。太陽光の紫外線B波が皮膚に照射されると、大量のビタミンDが体内で産生される。そして私たちが必要とするビタミンDの90%以上は、紫外線B波を皮膚が吸収することで生成されるといわれている。これに対してビタミンDを豊富に含む食品は限られているため、食品を摂取するだけで必要量を充足することは困難である。

●紫外線の照射によって、若年者では、24時間以内に大量のビタミンDが産生されるが、高齢者では、体内でのビタミンDの産生が若年者の1/4程度に低下しているといわれている。そこでビタミンDを充足するには、高齢者では、日光浴の時間を延ばす必要がある。

●「さけ」をはじめとする魚類は、ビタミンDを豊富に含んでいる食品である。卵黄や干しきのこ類にも相当量のビタミンDが含まれている。しかし豚肉、牛肉、鶏肉などの肉類や母乳・牛乳は、ビタミンDの含有量が少ない。食物からビタミンDを豊富に摂取するためには、毎日魚を食べる必要がある。

S-12



VI 地域在住虚弱高齢者・要介護者とビタミンD

●対象とした地域在住の虚弱高齢者の血清25(OH)D濃度である。25(OH)D濃度の平均値±SDは、60.4±13.6nmol/Lであった。25(OH)D濃度で50nmol/L (20ng/mL) 未満をビタミンD欠乏症と判定すると、対象とした虚弱高齢者では、ビタミンD欠乏症の割合は、21.1%であった。(S-12)

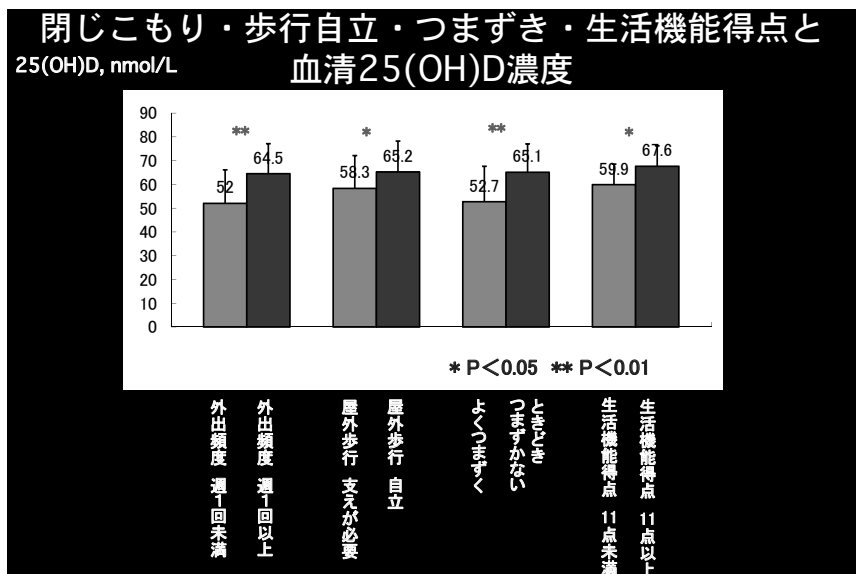
また数値は示さないが、介護老人保健施設などの介護施設に入所している高齢者では、さらに高頻度でビタミンD不足が起こっている結果を得ている。

●介護老人保健施設の入所者で血清25(OH)D濃度を調べた先行研究では、胃瘦造設者（胃瘦への注入食にはあらかじめビタミンDが含まれている）の2名を除いて全員が、30ng/mL (75nmol/L) 未満のビタミンD不足であった。その結果から、最初に血清25(OH)Dを測定し、30ng/mL未満であれば、サプリメントとして天然型ビタミンDを補充することを推奨している。

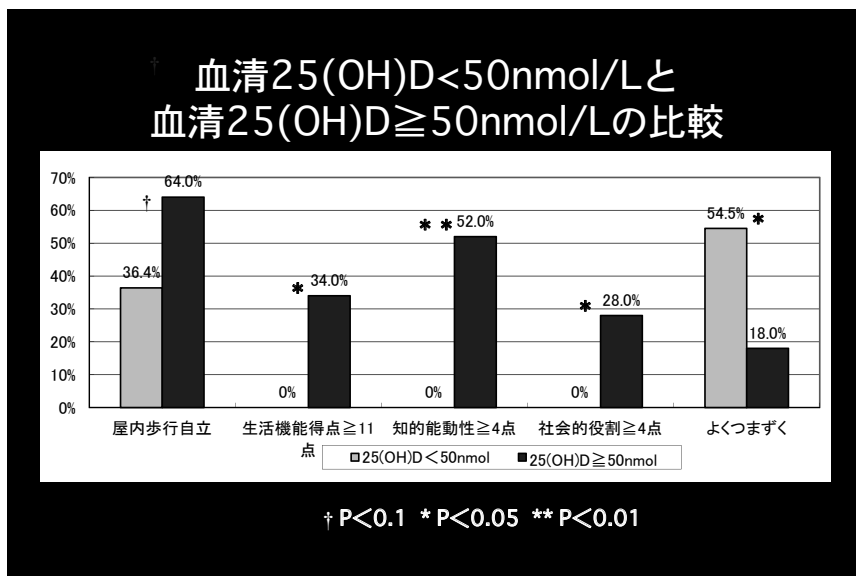
●介護老人保健施設に入所した高齢者では、ビタミンD不足と、これに関連すると思われる転倒・骨折がきわめて多くみられ、寝たきりになる高齢者が少なくない。太陽光を浴びれば、皮膚で紫外線を受けてビタミンDが産生されるが、重度の要介護認者は、屋外に出ることが困難であるため太陽光を浴びられず、また食事からのビタミンD摂取も少ないため、ビタミンDが不足した状態になると考えられる。このような状況から、老人介護施設の入所者では、サプリメントとしてビタミンDを補充するしか、ビタミンD不足を回避する方法はないと考えられる。

●日常生活動作は、Barthel Indexを指標として用いた。高次生活機能は、老研式活動能力

S - 13



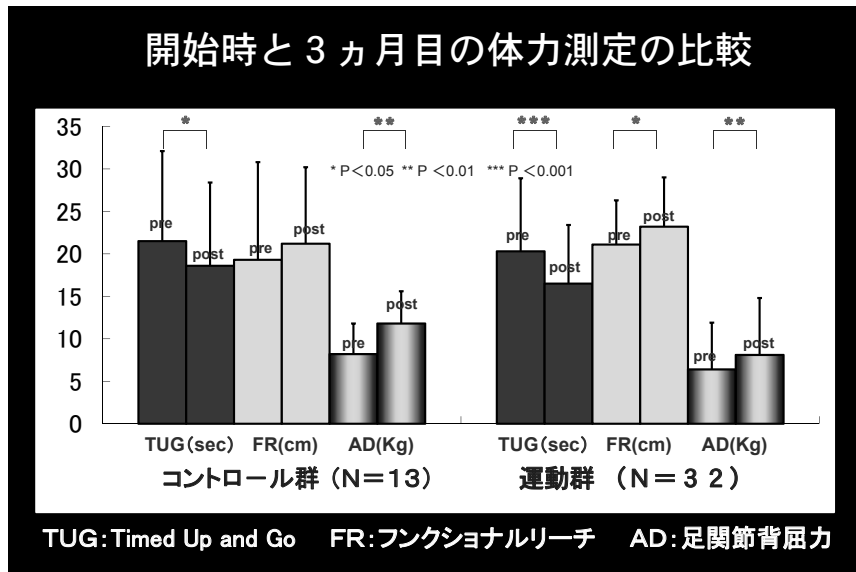
S - 14



指標を用い、総合得点が11点以上と10点以下に2分し、10点以下は生活機能低下と判定した。外出頻度は、「週1回以上」と「週1回未満」に分け、「週1回未満」を「閉じこもり」とした。

閉じこもり、屋外歩行の自立、つまずきやすさ、生活機能得点と血清25(OH)D濃度との関係をみた。閉じこもりでない、屋外歩行が自立している、つまずくことが少ない、生活機能が低下していない群では、そうでない群と比較して、すべての項目で血清25(OH)D濃度が高値であった。(S - 13)

S - 15



●血清25(OH)D濃度が50nmol/L未満の群と50nmol/L以上の群で、生活機能・知的能動性・社会的役割比較した。50nmol/L以上の群では、50nmol/L未満のビタミンD欠乏症群と比較して、生活機能・知的能動性・社会的役割の得点が高い割合が多く、よくつまづく割合も少なかった。(S-14)

●以上の結果より、地域在住虚弱高齢者の約2割は、ビタミンD不足であること、ビタミンD不足の状態では、閉じこもり、屋外移動能力の低下、つまずき回数の増加、生活機能・知的能動性・社会的役割の低下が起りやすいことが示された。

Ⅶ 介護予防教室の効果

●介護予防教室の開始時と3ヵ月目の体力測定と比較である。運動群ではコントロール群と比較して、TUGテストおよびファンクショナルリーチの改善がより良好であったことから、運動を行うことによって、移動能力やバランス能力が向上したと考えられた。(S-15)

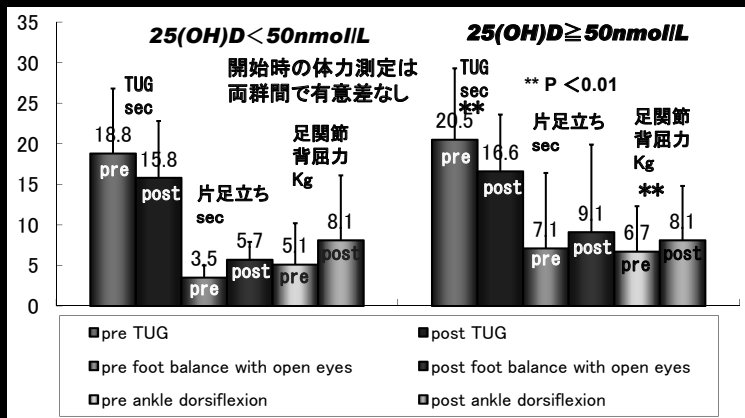
●運動群における開始時と3ヵ月目の体力測定の変化を、開始時のビタミンDの栄養状態別に検討した。血清25(OH)D濃度が50nmol/L未満のビタミンD欠乏症群では、いずれの体力測定も改善を認めなかった。これに対して、50nmol/L以上の群では、移動能力および足関節背屈力の改善を認めた。(S-16)

●以上の結果から、3ヵ月間の運動療法により移動能力・バランス能力・足関節背屈力が向上したが、運動開始時のビタミンDが不足している状態では、運動によるこれらの効果は期待できないことが示唆された。

●運動群を対象として、活性型ビタミンDであるアルファカルシドール1 μ g/日とカルシウム4g/日の併用補充療法を3ヵ月間行った。補充療法を行わなかった(非服用)群と比

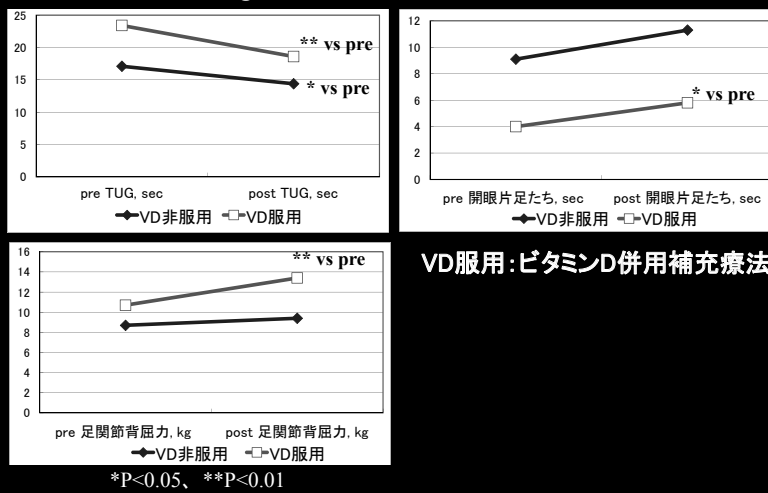
S - 16

運動群における開始時と3ヵ月目の体力測定の変化
開始時のビタミンDの栄養状態による差異



S - 17

運動群を対象とした、アルファカルシドール1μg/日と
乳酸カルシウム4g/日との併用補充療法(3ヵ月間)の効果



較して、補充療法を行った（服用）群では、筋力の指標とされる足関節背屈力が有意差をもって改善し、TUGテスト・開眼片足立ち時間も非服用群に比してより明らかな改善を示した。（S - 17）

Ⅷ 介護予防教室における調査成績のまとめ

- ① 地域在住虚弱高齢者を対象として、血清25(OH) D濃度を検査すると、50nmol/L

(20ng/mL) 未満のビタミンD欠乏症の割合は、21.1%であった。

- ② ビタミンD不足の状態では、閉じこもり、屋外移動能力の低下、つまずき回数の増加、生活機能・知的能動性・社会的役割の低下が起りやすい。
- ③ 3ヵ月間の運動療法により移動能力・バランス能力・筋力が改善したが、運動開始時のビタミンDが不足している状態では、運動によるこれらの効果は期待できない可能性がある。
- ④ 運動群を対象として、活性型ビタミンDとカルシウムの併用補充療法を3ヵ月間行った。補充療法を行わなかった群と比較して、補充療法を行った群では、筋力が有意差をもって改善し、移動能力・バランス能力の改善もより明らかであった。

謝辞

本研究の一部は、2009年度浦和大学特定研究助成（研究課題名：高齢者における血清ビタミンD（25-(OH)D₃）濃度、およびビタミンD製剤補充の歩行能力・生活機能・転倒に及ぼす効果に関する研究）の助成を受けて実施した。

著者（戸村成男）連絡先

〒336-0974 埼玉県さいたま市緑区大崎3551 浦和大学総合福祉学部

Eメールアドレス：tomura@urawa.ac.jp

文献

1. Bischoff-Ferrari HA, Dawson-Hughes B, Willett WC, et al. Effect of vitamin D on falls. a meta-analysis. JAMA. vol291(16), P1999-2006, 2004.
2. Bischoff-Ferrari HA, Willett WC, Wong JB, et al. Fracture prevention with vitamin D supplementation : a meta-analysis of randomized controlled trials. JAMA. vol293 (18), P2257-2264, 2005.
3. Rubenstein LZ. Falls in older people : epidemiology, risk factors and strategies for prevention. Age and Ageing. vol35(S2), ii37-ii41, 2006.
4. Okuno J; Tomura S, Yabushita N, et al. Effects of serum 25-hydroxyvitamin D₃ levels on physical fitness in community-dwelling frail women. Arch Gerontol Geriatr. vol50(2), P121-126, 2010.
5. 鳥羽研二, 大河内二郎, 高橋泰, 他. 転倒リスク予測のための「転倒スコア」の開発と妥当性の検証. 日本老年医学会雑誌. 42巻(3号), P346-352, 2005年.
6. 奥野純子, 戸村成男, 柳久子. 地域在住虚弱高齢者のビタミンD濃度の分布状況とビタミンD濃度と生活機能・身体機能との関連. 日本老年医学会雑誌. 44巻(5号), P634-640, 2007年.
7. 戸村成男, 奥野純子. 高齢者における血清ビタミンD（25(OH)D₃）濃度、およびビタミンD製剤補充の歩行能力・生活機能・転倒に及ぼす効果に関する研究. 共済エグザミネー通信. 23号, P10-16, 2008年.
8. 奥野純子, 戸村成男, 深作貴子, 他. 介護予防教室参加特定高齢者の体力改善とビタミンD-ビタミンD補充, 腎機能より検討. 日本老年医学会雑誌. 48巻(6号), P691-698, 2011年.

9. 鳥羽研二 (監修). 高齢者の転倒予防ガイドライン. メジカルビュー社, 2012年, 165P.
10. 武藤芳照 (著). 転倒予防—転ばぬ先の杖と知恵. 岩波新書1433, 2013年, 192P.
11. 平成25年 国民生活基礎調査の概況—厚生労働省
<http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-tyosa/k-tyosa13/d1/06.pdf>
12. ビタミンD不足・欠乏症GLの策定進む. Medical Tribune. vol47(32), P1, 2014年8月7日.
13. 田中喜代次, 藪下典子 (著). 大人の体力測定. メディカルトリビューン, 2014年, 115P.
14. 杉本利嗣 (編集). 別冊・医学のあゆみ. 骨粗鬆症—研究と臨床の最新動向. 医歯薬出版, 2014年, 142P.
15. 第32回日本骨代謝学会学術集会. ビタミンDと骨代謝. Medical Tribune. vol47(39), P16-17, 2014年9月25日.
16. 熊谷秋三, 崎田正博. 高齢者の骨・関節疾患の予防と転倒予防. 転倒危険因子の予防プログラム. 日本臨牀 (特集 高齢者の骨・関節疾患). 72巻(10号), P1813-1820, 2014年.
17. 八重樫由美, 坂田清美. 日本のお腿骨近位部骨折発症率~2012年における新発症患者数の推定と25年間の推移~. 第16回日本骨粗鬆症学会, 2014年.
18. 2012年度全国調査. 大腿骨近位部骨折の発症率にブレーキ. 70歳代は過去20年間で最も低率. Medical Tribune. vol47(45), P1, 2014年11月6日.

Summary

The Essence of Falls and Fractures

Shigeo Tomura, MD, Junko Okuno, MD, Noriko Yabushita, PhD

Among older adults, falls are the number one cause of fractures. Many falls are related to physical conditions or medical problems. Muscle weakness, poor balance or difficulty in walking are important risk factors of falls. Postural hypotension resulting from dehydration, diabetes, Parkinson's disease or certain medications can cause falls. Chronic diseases such as diabetes, stroke or Parkinson's disease, and also cognitive impairment, dementia, vision problems or some medications can increase a risk of falling. The more medications you take the more likely you are to fall. Other causes could be safety hazards in the person's home or community environment.

Hip fractures such as femoral neck fractures are one of the most serious types of fall injury. They are a leading cause of hospitalization, loss of independent living and physical or mental disabilities among older adults. Many of them will need long-term care.

Exercise to improve your balance and strengthen your muscles helps to prevent falls. Vitamin D is a steroid hormone essential for calcium absorption and bone mineralization. Prolonged and severe vitamin D deficiency leads to rickets in children and osteomalacia in adults. Recent studies have suggested the role of vitamin D in preventing falls and fractures. Some studies have demonstrated that vitamin D supplementation can improve muscle strength which in turn contributes to a decrease in incidence of falls.

Keywords Fall, Fracture, Osteoporosis, Exercise, Vitamin D,
Vitamin D Supplementation

(2014年11月20日受領)