

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年 5月11日現在

機関番号：12602

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2011

課題番号：21592443

研究課題名（和文） 高齢者の転倒予防に向けた歯科的アプローチ—歯および咬合の生涯維持の重要性—

研究課題名（英文） Dental approach for prevention of falls in elderly people -Importance of maintenance of dental occlusion throughout life-

研究代表者

上野 俊明（UENO TOSHIAKI）

東京医科歯科大学・大学院医歯学総合研究科・准教授

研究者番号：30292981

研究成果の概要（和文）：本研究では、まず歯科医療機関に通院する成人患者 253 名（男 105 名，女 148 名，年齢 30-94 歳）を対象として，全身の健康状態，運動・スポーツ習慣の有無，過去 3 年間の転倒事故経験の有無，現在の歯および咬合状態に関するアンケート調査を実施し，運動・スポーツ習慣と歯・咬合状態と転倒事故経験の関連性等を分析した。この結果，運動・スポーツ習慣のある者の転倒事故経験がむしろ高い傾向にあった。一方，臼歯部咬合支持が確保された良好な歯・咬合状態を有する者の転倒事故経験率が低い傾向を認めた。次いで前歯部接触型スプリントにより臼歯部が離開した咬合状態とした健常成人 5 名（23-29 歳）ならびに可綴性義歯を使用している健常患者 5 名（58-71 歳）を対象として，経皮電気刺激を用いた下肢外乱負荷実験を実施し，姿勢立ち直り反応動作を解析した。実験の結果，前歯部接触型スプリント装着により実験的に臼歯部咬合支持を喪失させた状態では，重心動揺軌跡長および最大振幅が増加する傾向を認めた。逆に，可綴性義歯を装着して安定した咬合位を確保した患者では，姿勢外乱からの立ち直り動作時の前後および左右方向の最大振幅は減少する傾向が伺えた。以上の結果より，歯の喪失を予防し，例え歯を欠損したとしても，適切な補綴処置を施し，生涯にわたって適正な咬合関係の維持に努めることは，健全良好な咀嚼機能の確保のみならず，身体バランス機能の減退予防に，さらには転倒事故の予防にも有用である可能性が示唆された。

研究成果の概要（英文）：In the present study, we assessed the relation between dental status and fall in a sample of 253 volunteers (105 men and 148 women) free-living adults and elderly people in Japan by a questionnaire survey. The mean group rate and number of people who had fallen during the past 3-year period were 24.1 % and 3.36 times, respectively. Among those who had fallen, the proportion who had lost the occlusal supporting zone was 29.7 %, while the proportion who maintained the occlusal supporting zone was 21.4 %. Then, we also investigated the influence of change in dental occlusion on the stabilization of posture stance disturbed by electrical stimulation of unilateral lower limb in healthy 5 adults volunteers with dental splint occluded anterior teeth only and 5 healthy elderly people with denture. When the occlusal supporting zone was transiently lost by insertion of dental splint, both and maximum ground reaction force were increased. In the elderly people with dentures, maximum ground reaction forces in both anterior-posterior and medial-lateral directions with teeth clenching on wearing denture were smaller than that with teeth clenching on wearing no denture. The present results suggested that maintenance of dental occlusion throughout life would be possibly effective for not only preserving better the masticatory function but also preventing falls later in life.

## 交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1800000	540000	2340000
2010年度	700000	210000	910000
2011年度	700000	210000	910000
年度			
年度			
総計	3200000	960000	4160000

研究分野：スポーツ歯学

科研費の分科・細目：補綴系歯学

キーワード：転倒、高齢者、咬合、アンケート、床反力、電気刺激、外乱、姿勢

### 1. 研究開始当初の背景

我が国の高齢者が日常生活で経験する事故原因として、昨今では高齢ドライバーによる交通事故がクローズアップされているが、転倒転落による事故も以前多い。我が国のみならず、米国の調査結果でも、高齢者の約3分の1は1年間に1回以上の転倒事故を経験しており、そのうち10回に1回の割合で骨折が発生している。

そもそも高齢者では骨粗鬆症や骨量が減少しているために、些細な外力でも骨折を起こしやすい。加えて、高齢者の骨のリモデリング能力は低下しているため、骨折からの治癒には非常に時間がかかる。加療のための安静状態が長期間に及ぶと、当然筋力の低下を招き、骨折が治癒した頃にはもはや自立できなくなっており、要介護状態となってしまう事例が少なくない。

こうした状況を受け、近年我が国でも転倒事故予防に関する対策が求められるようになり、各自治体でも歩き方訓練や筋力強化などの転倒予防教室が盛んに開催されている。また骨粗鬆症への予防医学的対応や栄養学的アプローチなど、多様な試みが為されている。

高齢者の転倒事故の多くは階段等でのつまずきや滑りなどに起因しているが、こうした外乱に対する防御反応、すなわちバランス能力が筋力とともに低下していることが大きな要因として挙げられる。従前関連研究として、高齢者のバランス能力に影響を及ぼす要因に関する研究によれば、歯および咬合（噛み合わせ）を喪失した者の開眼片足立ち時間が有意に短縮しており、咬合の喪失がバランス能

力の低下を引き起こしている可能性が報告されている。また痴呆老人の転倒歴を調査した研究でも、天然歯または人工歯（義歯）による咬合支持の確保は姿勢反射の維持と転倒防止に重要な役割を果たしていることが示唆されている。最近では、無歯顎高齢者の歩行時の安定性を加速度センサーにて解析し、全部床義歯装着時に歩行速度や歩幅に好影響をもたらしているとする研究成果が散見される。

### 2. 研究の目的

我々は、スポーツ歯科医学を専門とし、「咬合と全身運動機能の関連性」をメインテーマとして、様々な研究を行ってきた。これまで咬合と骨格筋機能の連関の客証作業を主軸に置き、筋・パワー・筋発揮特性などを解析するバイオメカニクス研究手法、あるいは Hoffman 反射や相反性抑制回路などを利用した神経生理学的研究手法を駆使して、様々な考究を行っているが、最近ではさらに「咬合と姿勢調節機能の連関」の検証作業へと研究を展開することを試みている。

先頃行った健常有歯顎若年者を対象とした電気生理学的研究において、経皮電気刺激による下肢外乱負荷時の姿勢安定性を下顎安静時と噛みしめ時の2条件で比較したところ、噛みしめ時に姿勢がより安定していることが判明したことから、本研究を着想するに至った。

噛みしめ（咬合）は主に前歯より臼歯部（奥歯）の咬合支持域によって負担されるものである。それ故に、臼歯部の咬合支持域の保持が姿勢立ち直り反射の維持に寄与貢献し、高

齢者の転倒予防に資する可能性があることが推察されるが、この仮説を直接的に支持する客観的なエビデンスは見当たらない。

そこで本研究では、高齢者を対象として、下肢の局所姿勢外乱時の立ち直り動作反応を電気生理学的に研究し、特に臼歯部の咬合支持域の有無が姿勢調節機能に影響を及ぼしうることを客観的に検証することを目的としている。

### 3. 研究の方法

#### 1) 歯科的健康状態と転倒事故経験に関する疫学調査

##### (1) アンケート調査

本研究分野に係わる歯科医療機関 7 施設（東京都、埼玉県、鳥取県、高知県、大分県）に来院する患者を対象として、現在の健康状態、運動・スポーツ習慣、過去 3 年間の転倒事故経験、咬合状態についての自記式アンケート調査（趣意書付き）を行った。本調査の実施時期は 2009 年 9 月から 2010 年 3 月であった。

##### (2) 統計解析

転倒事故経験と運動・スポーツ習慣ならびに咬合状態との関連性に関する統計学的検定には  $\chi^2$  検定を用い、有意水準は 5% とした。

#### 2) 経皮電気刺激を用いた下肢姿勢外乱からの立ち直り反応動作解析実験

##### (1) 下肢姿勢外乱実験

被験者を床反力計（Force plates, Bertec 社製）上に開眼直立させる。総腓骨神経に経皮電気刺激（強度；50V 前後、時間；1msec）を 8~10 秒でランダムに 1 回程度与えて、長腓骨筋および前脛骨筋を不随意収縮させることによって、下肢の局所姿勢を外乱した（図 1）。

この姿勢外乱からの立ち直り反応動作を床反力計および重心動揺解析システムにて計測した。同時に、咬筋、長腓骨筋ならびに前脛骨筋の表面筋電図を記録する。各種咬合条件でそれぞれ電気刺激を 20 回程度誘発した。

##### (2) 検査項目

刺激直後 1 秒間を対象として、i) 重心動揺軌跡長 ii) 前後方向床反力最大振幅値 iii) 左右床方向反力最大振幅値を算出した。

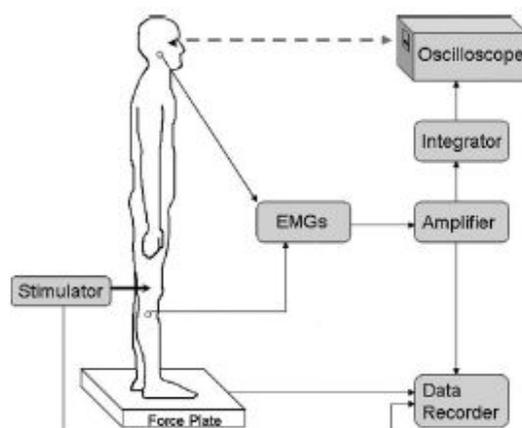


図 1 実験ブロックダイアグラム

##### (3) 実験プロトコル

以下の 2 種類の実験を行った。

- I. 健康成人被験者 5 名（23-29 歳）を対象として、前歯部接触型スプリント（エルコジュール, Erkodent 社製）を装着し、臼歯部の咬合支持域を可逆的に喪失した咬合状態にした場合の実験的検討であり、次の 3 咬合条件で比較した。すなわち、下顎安静状態（コントロール）、前歯接触型スプリント装着位での随意性最大噛みしめ、および随意性最大噛みしめ（スプリント非装着）の 3 課題である。
- II. 可綴性義歯使用患者 5 名（58-71 歳）を対象とした場合の実験的検討であり、次の 2 咬合条件で比較した。すなわち、下顎安静状態と義歯装着状態での随意性最大噛みしめの 2 課題である。

### 4. 研究の成果

#### 1) アンケート調査

本調査を実施した結果、成人 253 名（男 105 名、女 148 名、年齢 30-94 歳）から有効回答を得た。

##### (1) 健康状態について

現在の健康状態について、253 名のうち、「良好」と回答した者は 71 名（28.1%）、「普通」と回答した者は 163 名（64.4%）、「良くない」と回答した者は 19 名（7.5%）であった。また現在医科通院中の者は 141 名（55.7%）であり、内訳は多い順に、循環器系、腎泌尿器系、消化器系、運動器系、眼系、他と続いた。常用薬を有する者は 112 名（44.3%）であった。

##### (2) 運動・スポーツ習慣について

現在の運動・スポーツ習慣について、253

名のうち、「ある」と回答した者は 122 名 (48.2%), 「ない」と回答した者は 131 名 (51.8%) であった。「ある」と回答した者 122 名における 1 週当たりの平均運動日数および時間 (標準偏差: SD) はそれぞれ 3.56 (2.25) 日および 4.65 (6.00) 時間であった。運動・スポーツ種目の内訳は表 1 に示す通りであった。

表 1 実施スポーツ・運動種目の内訳

スポーツ・運動種目	人数
ウォーキング	56
体操	21
ゴルフ	13
エアロビクス・フィットネス	9
スイミング	8
ダンス (社交, ハワイアンなど)	7
太極拳	5
ヨーガ	4
ランニング・マラソン	3
テニス	3
サッカー	2
バレーボール	2
バトミントン	2
自転車	2
ウエイトトレーニング	2
グラウンドゴルフ	2
野球	1
卓球	1
ボディーボード	1
ゲートボール	1
登山	1
吹き矢	1

(複数回答あり)

### (3) 転倒事故経験について

過去 3 年間の転倒事故経験について、253 名のうち、「ある」と回答した者は 61 名 (24.1%), 「ない」と回答した者は 191 名 (75.5%), 未回答者 1 名 (0.4%) であった。「ある」と回答した者 61 名における平均転倒事故回数 (SD) は 3.36 (9.52) 回であった。

各年代別の転倒事故経験者数については図 2 に示す通りであった。また転倒場所および機序はそれぞれ図 2 および図 3 に示す通りであった。

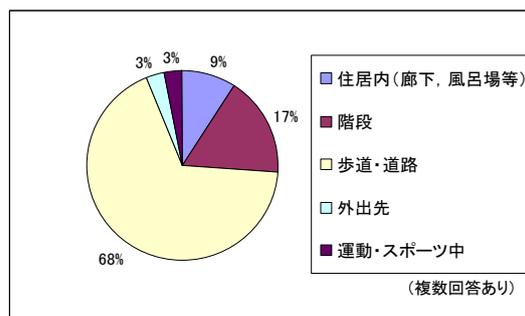


図 2 転倒事故の発生場所

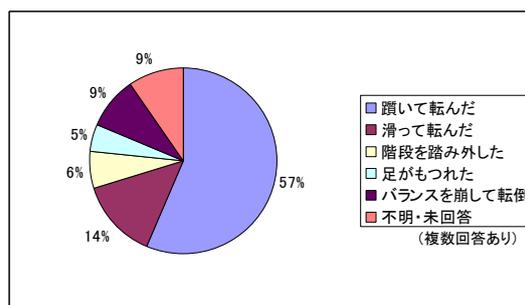


図 3 転倒事故の原因

### 4. 歯・口の健康状態と咬合状態について

現在の歯・口の健康状態について、253 名のうち、「良好」と回答した者は 44 名 (17.4%), 「普通」と回答した者は 146 名 (57.7%), 「良くない」と回答した者は 62 名 (24.5%), 未回答者 1 名 (0.4%) であった。

また「歯科医院に定期的に通院している」と回答した者は 150 名 (59.3%) であった。可綴性義歯使用者は 119 名 (47.0%, 47 歳 - 94 歳) であり、義歯使用の経験年数および現在義歯に対する満足度はそれぞれ図 4 および図 5 に示す通りであった。

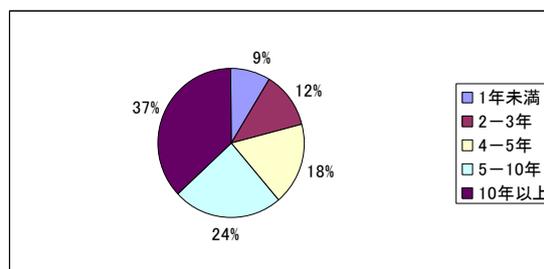


図 4 可綴性義歯の使用経験年数

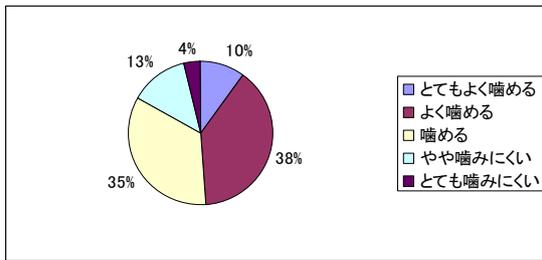


図5 現在使用中の可綴性義歯の咬合状態に対する満足度

(5) 運動・スポーツ習慣と転倒事故経験の関連性について

運動・スポーツ習慣の有無での転倒事故経験率を比較した結果、運動・スポーツ習慣のある者の転倒事項経験率が高い傾向にあった ( $P=0.107568$ ) (図6)

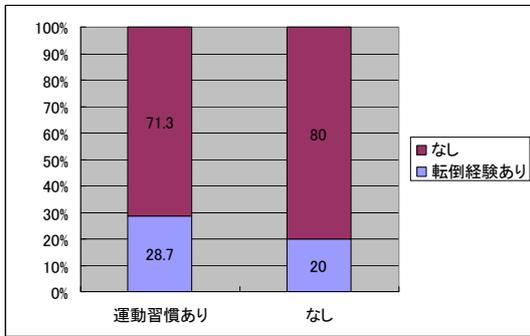


図6 スポーツ・運動習慣の有無と転倒事故経験の関連性

(6) 咬合状態と転倒事故経験の関連性について

「自分の奥歯でしっかり噛めますか」という質問に、「はい」と答えた者と「いいえ」と答えた者との間の転倒事故経験率を比較した結果、臼歯部咬合支持がある者の転倒事故経験率が低い傾向にあった ( $P=0.22757$ ) (図7)。

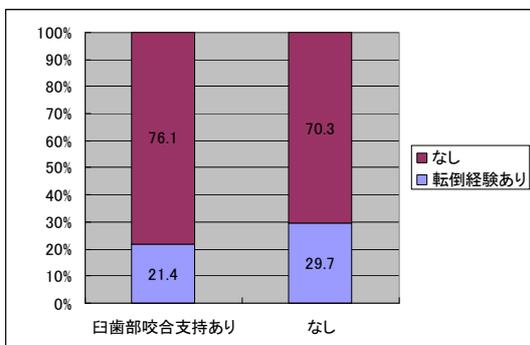


図7 臼歯部咬合支持域の有無と転倒事故経験の関連性

2) 経皮電気刺激を用いた下肢姿勢外乱実験 (1) 前歯部接触型スプリントを用いた実験について

重心動揺軌跡長に関して、下顎安静状態では平均 2.40cm, 前歯部接触型スプリント装着位での随意性最大噛みしめでは平均 2.46cm, 咬頭嵌合位での随意性最大噛みしめでは平均 2.38cm であった (図8)。

前後方向の床反力最大振幅値については、同様に、下顎安静状態で平均 0.67cm, 前歯部接触型スプリント最大噛みしめで平均 0.69cm, 最大噛みしめで平均 0.64cm であった。また、左右方向の床反力最大振幅値は、下顎安静状態で平均 0.58cm, 前歯部接触型スプリント最大噛みしめで平均 0.64cm, 最大噛みしめで 0.53cm であった。

これらの結果より、前歯部接触型スプリント装着により臼歯部を離開させて臼歯部咬合支持域を喪失させた場合、しっかり噛みしめられなくなるため、下肢局所姿勢外乱負荷時の重心動揺軌跡長および床反力最大振幅は増加する傾向が伺えた。

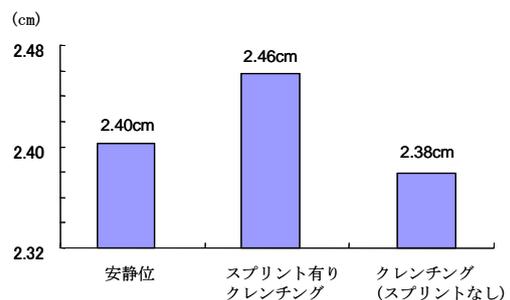


図8 前歯部接触型スプリント装着による下肢局所姿勢外乱時の重心動揺軌跡長の変化

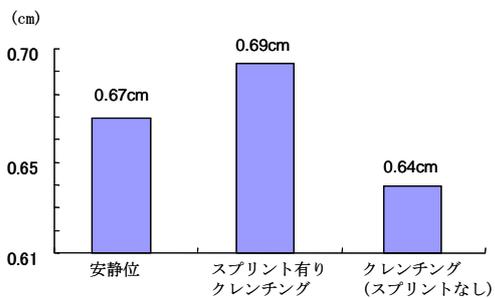


図9 前歯部接触型スプリント装着による下肢局所姿勢外乱時の床反力最大振幅 (前後方向) の変化

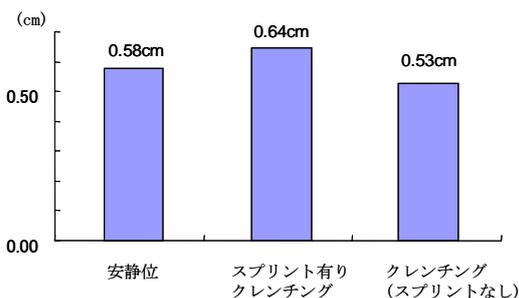


図10 前歯部接触型スプリント装着による下肢局所姿勢外乱時の床反力最大振幅（左右方向）の変化

(2) 義歯装着の有無による実験について

重心動揺軌跡長に関して、下顎安静状態では平均3.18cmであったのに対して、義歯装着位で最大噛みしめを行わせた場合には平均3.19cmであった（図11）。

前後方向の床反力最大振幅値については、下顎安静状態では平均1.07cmであったのに対して、義歯装着位での最大噛みしめは平均0.98cmであった（図12）。また、左右方向の床反力最大振幅値は、下顎安静状態では平均0.98cm、義歯装着位での最大噛みしめは平均0.57cmであった（図13）。

これらの結果より、義歯装着により咬合がより安定し、しっかりと噛みしめることができるようになるため、下肢局所姿勢外乱から立ち直り反応動作時の前後および左右方向の床反力最大振幅は減少する傾向が伺えた。

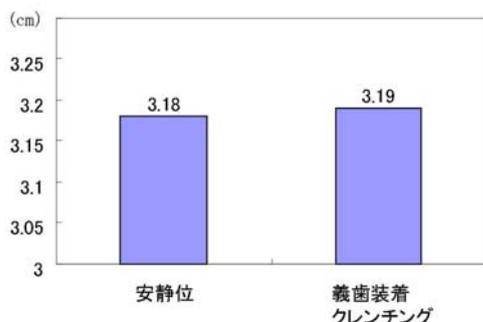


図11 義歯装着位での最大噛みしめによる下肢局所姿勢外乱時の重心動揺軌跡長の変化

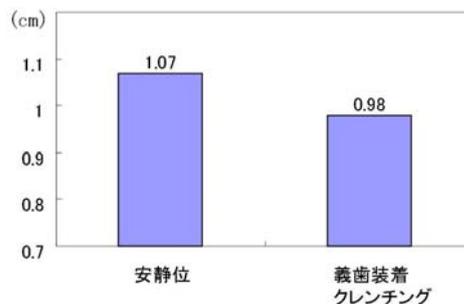


図12 義歯装着位での最大噛みしめによる下肢局所姿勢外乱時の床反力最大振幅（前後方向）の変化

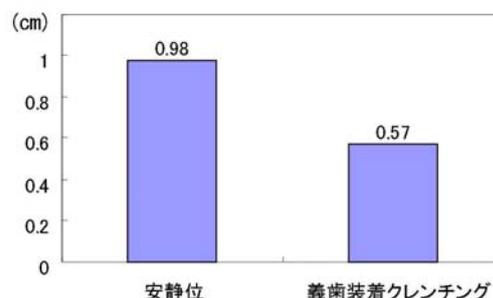


図13 義歯装着位での最大噛みしめによる下肢局所姿勢外乱時の床反力最大振幅（左右方向）の変化

5. 研究の考察

アンケート調査から、臼歯部咬合支持の有無と転倒事故経験の関連性を分析した結果、臼歯部咬合支持がある者に比べて、臼歯部咬合支持がない者の転倒事故経験率のほうが高い傾向を示した。

臼歯部咬合支持がある者の転倒事故経験率は21.4%であったことから、約5人に1人の割合といえる。一方、臼歯部咬合支持のない者のそれは29.7%であり、約3人の1人が転倒事故を経験していた計算となる。統計学的有意差を得るまでには至らなかったが、この差は意外に大きいものと思われ、咬合支持域を確保している者の転倒事故リスクは低い可能性がある。

すでに部分床義歯を使用する成人・高齢者の咬合状態と身体動揺の関連性を調べた研究では、身体動揺が大きく不安定な者ほど咬合接触面積が狭く、義歯装着により身体動揺が安定する傾向が認められている。さらに臼歯部に支持域がある場合には身体動揺距離が小

さく、前歯部支持では大きくなる傾向を示したという。また個性正常咬合を有する被験者群と Angle I 級, II 級, III 級を有する被験者群の重心動揺を比較した場合、個性正常咬合群のほうが有意に小さな重心動揺を示したとする報告もある。加えて Angle I 級, II 級, III 級を有する被験者群に対して、スプリントによる咬合接触歯数の改善を図ると、有意に重心動揺が小さくなることも報告されている。

また我々が健常有歯顎者を対象に実施した片側下肢電気刺激による姿勢外乱実験の結果でも、下顎安静時より噛みしめ時に姿勢はより安定することが明らかとなっており、こうしたことから、咬合と静的バランス、動的バランスならびに反応バランス能力のいずれの間にも密接な関連性があることが示唆される。

そうした背景に基づき、本研究で咬合支持域の有無と身体バランス機能の関連性を実験的に検討した結果、まず健常成人被験者に前歯部接触型スプリントを装着して実験的に臼歯部咬合支持を喪失させた状態では、重心動揺軌跡長および最大振幅が増加する傾向を認めた。一方、現在可綴性義歯を使用中で安定した咬合位を確保している患者では、姿勢外乱からの立ち直り動作時の前後および左右方向の最大振幅は減少する傾向が伺えた。

したがって、義歯装着によって咬合を安定させて、しっかりと噛める咬合状態を確保することは、咀嚼機能の回復維持のみならず、身体バランス機能にも好影響を及ぼすことが示唆される。

また高齢者の咬合状態と体力の関連性を重回帰分析した研究によれば、咬合支持域 (Eichner 分類; クラス A 健全, B 一部喪失, C 全部喪失) と脚伸展パワー、ステッピングレートならびに開眼片足立ち時間の間に有意な正の相関関係が認められ、それぞれ下肢動的筋力、敏捷性、バランス能力の良い評価指標になると結論している。さらに高齢者における義歯装着の有無が運動反応時間やバランス機能に与える影響を検討した結果、義歯を装着して噛みしめさせた場合のジャンプ動作時の反応時間が有意に小さくなったことから、運動反応速度が義歯装着によって影響されるという報告もある。

ごく最近、高齢者の口腔の健康状態と体力について、8年間のフォローアップ調査を実

施し、咬合支持域 (Eichner 分類) と体力減衰度の関係をロジスティック回帰分析にて検討した結果、脚伸展パワー (オッズ比 4.61) および開眼片足立ち時間 (オッズ比 4.27) の 2 項目について、咬合支持域との間に有意な相関関係があることを見出し、咬合支持域の一部および全部喪失 (クラス B および C) は脚伸展パワーと開眼片足立ち時間の減衰に負の影響を及ぼすということが示唆されている。

したがって、過去研究成果と今回我々が行った経皮電気刺激を用いた下肢姿勢外乱からの立ち直り動作解析実験結果を考え合わせると、う蝕、歯周病、外傷等による歯の喪失を予防し、例え歯を欠損したとしても、そのまま放置せず、適切な補綴処置を施し、さらには不正咬合も改善し、生涯にわたって適正な咬合関係の維持に努めることは、健全良好な咀嚼機能の確保のみならず、体力や身体バランス、また運動機能の減退予防に、また転倒事故の予防にも有用である可能性が示唆された。

## 6. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 1 件)

1) 上野俊明, 高橋敏幸, (他 9 名省略): 咬合状態と転倒事故経験の関連性に関する調査研究. スポーツ歯学 15 巻 1 号, 6-11, 2011 (査読有り).

[学会発表] (計 2 件)

1) 藤野祥子, 高橋敏幸, 上野俊明, (他 7 名省略): 転倒経験と咬合状態に関するアンケート調査. 第 21 回日本スポーツ歯科医学会学術大会, 2010 年 7 月 10-11 日, 福岡.

2) 上野俊明, 高橋敏幸, (他 1 名省略): 転倒経験と運動習慣と咬合状態に関するアンケート調査. 第 22 回日本老年歯科医学会, 2011 年 6 月 15-17 日, 東京.

[図書] (計 1 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 1 件)

名称:  
発明者:

権利者：  
種類：  
番号：  
出願年月日：  
国内外の別：

○取得状況（計◇件）

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年月日：  
国内外の別：

〔その他〕  
ホームページ等

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

上野 俊明 (UENO TOSHIAKI)  
東京医科歯科大学・大学院医歯学総合研究  
科・准教授  
研究者番号：30292981

### (2) 研究分担者

高橋 敏幸 (TAKAHASHI TOSHIYUKI)  
東京医科歯科大学・大学院医歯学総合研究科・  
助教  
研究者番号：80360923

### (3) 連携研究者

( )

研究者番号：