

高齢者における全部床義歯の装着が立位及び歩行時の身体平衡に及ぼす影響

大久保舞^{†1} 藤波由希子^{†1} 水口俊介^{†1}

本研究の目的は、全部床義歯の装着が立位および歩行時の姿勢制御へ及ぼす影響を調査することである。義歯の装着、非装着の2条件下で立位時および歩行時の安定性を評価した。義歯装着時において、立位では重心動揺軌跡長が有意に減少、歩行時では歩行速度と垂直軸周りの角速度の harmonic ratio が有意に増加した。一方で、その他の解析項目に統計学的な有意差はみられなかった。本研究より、全部床義歯の装着は、無歯顎者の身体平衡機能に静的・動的環境下でともに影響することが示唆された。

The effect of complete dentures on body balance during standing and walking in elderly people

MAI OKUBO^{†1} YUKIKO FUJINAMI^{†1}
SHUNSUKE MINAKUCHI^{†1}

The purpose of this study was to investigate the influence of wearing complete dentures on postural control in standing and walking. Measurements were performed under two conditions: wearing dentures and not wearing dentures. Standing and walking stability were evaluated by several parameters. With denture wear, the locus of center of mass was significantly shortened, and the gait velocity and harmonic ratio of the vertical angle rate were significantly increased; though other parameters showed no differences. Complete dentures produced an effect on the stability of edentulous patients under both static and dynamic conditions.

1. はじめに

高齢社会を迎え、寝たきりなど的高齢者の生活の質に係わる問題が注目されている。転倒やそれに伴う骨折が寝たきりの主な原因であり、これらは歩行の安定性や姿勢制御と密接に関連しているといわれている。加齢に伴う筋力の低下、関節の変形や疼痛、心身機能の低下によって、高齢者は予期しない姿勢変化への迅速な対応が難しくなっていると考えられる。

平成23年度歯科疾患実態調査において、65歳以上の半数近くが入れ歯（義歯）の使用者であり、85歳以上となると半数以上が総入れ歯（全部床義歯）を使用していた。総入れ歯は食べ物を嚙むことや発音、審美といった歯が1本もない人（無歯顎者 図1）の失われた機能を回復するが、加えて入れ歯を装着するだけで頭位や頸部角度が変化するという報告がいくつかなされている。Theronらは入れ歯を入ると頭位が変化するとし[1]、Salonenらは咬み合わせを高くすると頭蓋と頸椎のなす角度が変化するとした[2]。

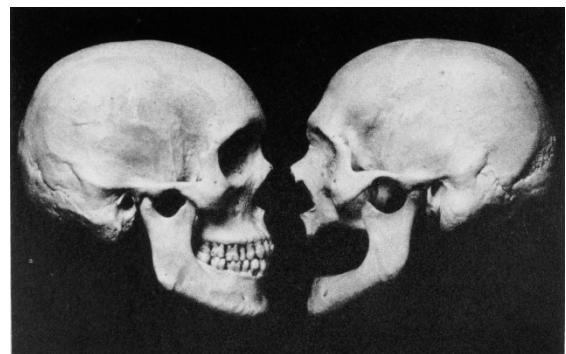


図1 無歯顎者の骨格 [3]

Figure 1 Edentulous skull.

また、咬み合わせの変化が全身の状態に影響を及ぼすという報告も以前からみられる。Manniらの研究では、入れ歯の有無が立位での重心動揺に影響するとしている[4]。しかしながら、動的状態においては口腔と身体平衡に関する研究報告はまだ少ない。

歩行は日常生活の中で最も一般的な随意運動であり、高齢者の運動機能評価にも頻繁に用いられている。総入れ歯の装着と歩行の関係を調査した以前の研究では、歩行の基本的なパラメーターである歩行速度、歩行周期、歩幅を用

^{†1} 東京医科歯科大学大高齢者歯科学分野
Gerodontology and Oral Rehabilitation, Tokyo Medical and Dental University

い、総入れ歯の装着、非装着で比較したところ、入れ歯装着時に歩行速度が有意に増加したと報告している[5]。また、古い入れ歯から新しくした入れ歯を装着した時、新しい入れ歯の調整終了時までを追った研究では、新しい入れ歯を装着し調整が終了した後に有意に歩行速度が増加したと報告している[6]。ただしこれらの研究では、被験者数は少なく、歩行の評価も基本パラメーターのみで行っているため、実際に総入れ歯が歩行中の身体平衡に影響していたかについては疑問が残る。

小型加速度計は被験者本来の動きを妨げることがほとんどなく、設置した部位の時系列を追った3次元的な動作計測が可能となる。そこで、加速度計の応用により歩行速度、歩行周期、歩幅に加えて歩行中の身体平衡を把握することができる考えた。よって本研究では、静止時、歩行時において総入れ歯の装着が及ぼす身体平衡への影響を調べることを目的とした。

2. 実験方法

2.1 被験者

被験者は東京医科歯科大学歯学部附属病院に来院した無歯顎患者34名(男性12名、女性22名、平均年齢75.6歳)であった。全ての被験者は上下顎とも総入れ歯を装着しており、必要に応じ入れ歯の調整や新製を行った。研究に先立ち、上下顎の入れ歯が臨床的に問題なく使えること、実験の妨げになるような神経系疾患や整形外科的疾患がないこと、歩行に際し杖などの補助器具が不必要であることを確認した。被験者には事前に研究の主旨を十分に説明し同意を得た。本研究は東京医科歯科大学歯学部倫理委員会の承認を得ている。

2.2 立位での計測

(1) 立位計測方法

立位静止時の重心動揺は重心動揺計(GS-10, アニマ社)を用い計測した。被験者には、検査台(図2)の上で両上肢を体側に接し閉足で直立し目を閉じるように指示した。

この状態を60秒間維持してもらい、その間の両足底間の重心軌跡の測定を、入れ歯の装着時、非装着時の2条件で無作為に3回ずつ行った。サンプリング周波数は40Hzとした。



図2 重心動揺計(GS-10, アニマ社)
Figure 2 The stabilometer (GS-10, Anima).

(2) 立位解析項目

立位での重心動揺の評価には、両足底圧の中心の軌跡の総距離を表す重心動揺軌跡長を用いた(図3)。値が大きいほど安定性が低いことを示す。

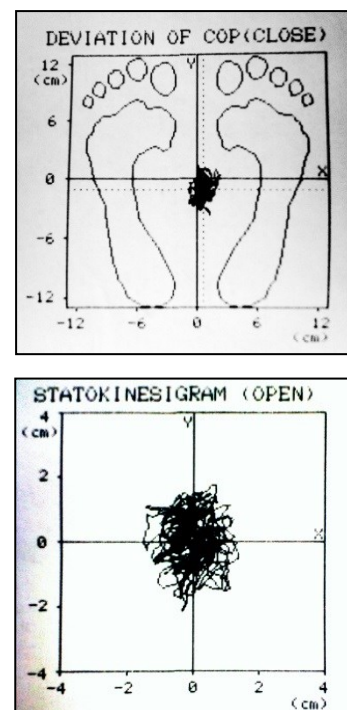


図3 重心動揺軌跡の出力(全体図と拡大図)
Figure 3 Output of locus of center of mass.

2.3 歩行中の計測

(1) 歩行計測

歩行中の身体の加速度及び角速度の計測には小型3軸加速度計 (AccelRate3D, MEMSense) を用いた。3軸をそれぞれ左右方向, 前後方向, 上下方向に設定し (図4), サンプリング周波数は66Hzとした。

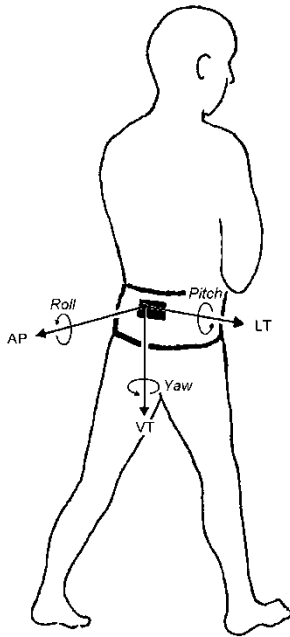


図4 軸方向の設定
Figure 4 3 axis directions.

加速度計をスポーツ用のベルトにて第3~4腰椎の高さに固定し, 約20mの直線路にて自由歩行を入れ歯の装着時, 非装着時の2条件で無作為に4回ずつ指示した。1回歩くごとに椅子に着席し, 1分以上の休憩をとった。すべての被験者は普段履きなれた靴を着用していた。計測は歩き始める直前から歩き終わって止まるまでを記録し, 得られたデータは無線でPCに送られ同時にExcel形式のファイルとして保存された。計測区間内で定常歩行の得られた部分のみを後の解析に用いた。

(2) 歩行解析項目

歩行速度, 歩行周期, 歩幅は, 歩き始めて3mの地点から10m分の定常歩行の区間の加速度信号より求めた。歩行

速度は, 10m分の歩行に要した時間から算出した。歩行周期は, 左右合わせて10歩分を歩くのに要した時間より算出した。歩幅は, 歩行速度を歩行周期で除算し求めた。

Root mean square は, 各方向の加速度データの0からの分散として算出した。加速度波形の振幅の平均を意味しており, Root mean square の値が大きいほど身体の動揺が大きいことを示す。

Harmonic ratio は, 各方向の加速度及び角速度データについて定常歩行区間で512個の数値を高速フーリエ変換し算出した (分解能 $66/512 \approx 0.129\text{Hz}$, 図5)。Harmonic ratio は基本周波数の偶数倍の高調波の総和を奇数項の総和で除したものであり, 側方成分である左右方向の加速度と前後軸及び上下軸中心の回転速度を示す角速度ではその逆数を取ることで, Harmonic ratio の値が大きいほど歩行動作が円滑であることを示す。

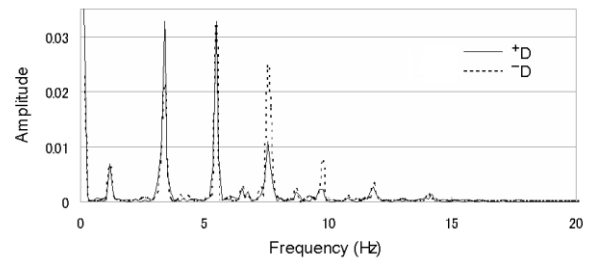


図5 左右方向の加速度のFFT例

+D: 入れ歯有り, -D: 入れ歯無し

Figure 5 Waveform patterns of lateral acceleration after Fast Fourier Transform. +D: with dentures, -D: without dentures.

2.4 統計解析

重心動揺軌跡長と歩行速度, 歩行周期, 歩幅における入れ歯の装着時, 非装着時の比較は paired t test で行った (< 0.05)。Root mean square, Harmonic ratio における入れ歯の装着時, 非装着時の比較は Wilcoxon の符号付順位和検定で行った (< 0.05)。統計解析は SPSS statistics 17.0 を使用した。

3. 結果

結果のまとめを表 1 に示す。

(1) 立位の安定性

立位静止時での重心動揺軌跡長は、入れ歯の装着時に有意に短く、総入れ歯の装着による立位での安定性の向上が示唆された。

(2) 歩行の安定性

加速度計から得られる典型的な波形を図 6, 7 に示す。

歩行速度における入れ歯の装着時と非装着時との比較は、最大値において入れ歯の装着時のほうが速度が速く有意な差を認めた。装着時、歩行周期は減少傾向、歩幅は増加傾向を示したが有意差は認められなかった。

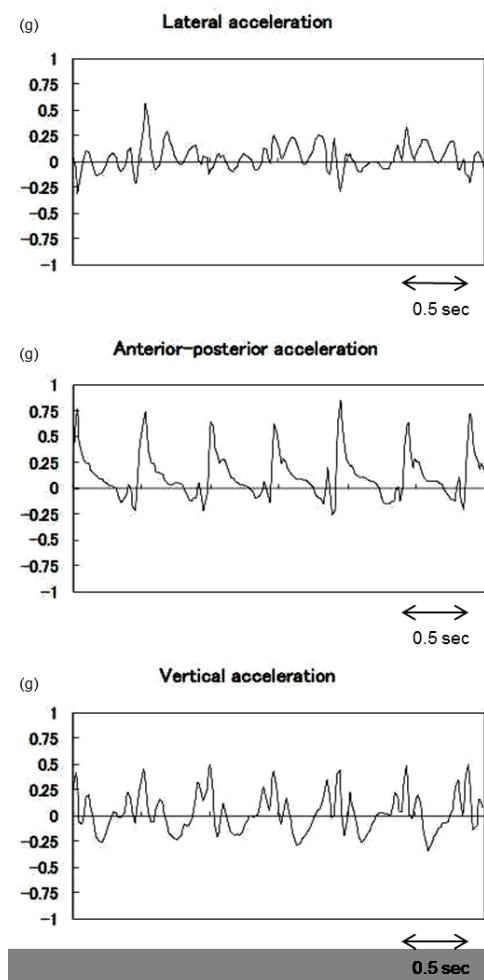


図 6 加速度の測定例

Figure 6 Waveform patterns of accelerations.

Root mean square において、入れ歯の装着、非装着による違いは認められなかった。

Harmonic ratio は、上下軸周りの角速度において入れ歯の装着時に高値を示し、有意差を認めた。Harmonic ratio の他の角速度及び加速度では有意差は認められなかった。

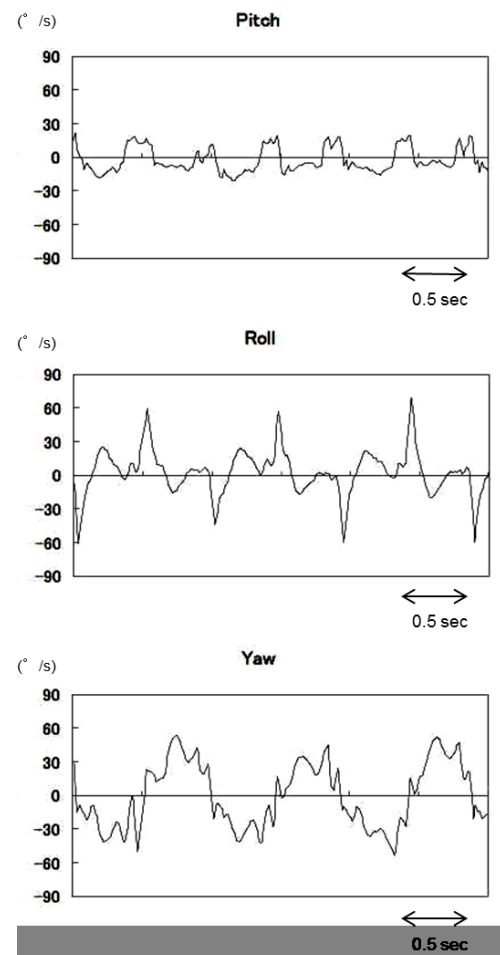


図 7 角速度の測定例

Figure 7 Waveform patterns of angle rates.

4. 考察

本研究の実験系は入れ歯の影響のみを特化させるよう、入れ歯の着脱から時間をおかず順序を無作為にして計測し、また被験者はみな単独で通院可能で、実験の妨げになるような身体的障害を持たなかった。すなわち、解析項目の値の変化はほとんど全て入れ歯の有無の影響に起因するものであり、今回の結果から静的状態と動的状態ともに入れ歯の装着、非装着は身体平衡に影響するといえる。

表 1 測定結果 mean(SD)
+D: 入れ歯有り, -D: 入れ歯無し
Table 1 Results with (+D) and without (-D) dentures.
mean(SD)

Variables	+D	-D	P-value
重心動揺軌跡長 (cm)	142.26 (51.94)	147.89 (51.59)	0.004*
Gait velocity (m/s)	1.313 (0.220)	1.300 (0.204)	0.049*
Gait cycle (s)	0.972 (0.080)	0.977 (0.074)	0.099
Stride length (m)	1.276 (0.178)	1.269 (0.169)	0.179

RMS	+D	-D	P-value
Acceleration			
Lateral	0.155 (0.042)	0.151 (0.038)	0.135
Anterior-posterior	0.234 (0.051)	0.234 (0.051)	0.871
Vertical	1.010 (0.057)	1.016 (0.046)	0.174

HR	+D	-D	P-value
Acceleration			
Lateral	8.323 (4.419)	8.175 (4.771)	0.726
Anterior-posterior	26.984 (17.317)	27.376 (19.991)	0.713
Vertical	26.923 (17.959)	29.420 (18.231)	0.110
Angle rate			
Pitch	9.791 (8.047)	10.491 (10.098)	0.499
Roll	25.816 (17.306)	24.312 (15.297)	0.457
Yaw	14.985 (11.547)	13.783 (10.400)	0.048*

立位での重心測定では、重心動揺軌跡長が入れ歯の装着時に有意に増加した。これは、総入れ歯の装着が静的状況下で身体平衡に影響していることを示している。入れ歯が口腔内に装着されていることで下顎の位置が安定しやすくなったことが立位での身体平衡の安定性の向上に影響したと考えられる。

歩行分析では、入れ歯装着時に非装着時と比して歩行速度の増加と上下軸周りの回転運動の円滑化が認められた。歩行速度の増加は、体幹の剛性が増し腰部の速い回転が可

能になるためといわれている。本研究でみられた歩行時の回転運動の円滑化は、歩行速度の増加に伴う腰部の回転がよりリズムカルであったことを示し、入れ歯の装着時に歩行の安定性の向上がみられたといえる。また入れ歯の装着によってより安定した速い動きが可能になったことは、つまりまぎやすべりのような咄嗟の変化に対応する能力を向上させることになり、入れ歯を装着することが高齢者にとって有利と考える。

一般に、歩行速度が増加すると安定性は低下するといわれ、特に高齢者においては速く歩く者ほど転倒の頻度が上がる[7]。また若年者でも自由歩行が最も安定した状態であり、それより速くても遅くてもやはり安定性は低下するとする報告もある[8]。ただしこれらは個人間の比較、もしくは個人内の意図的速度変化による比較であり、個人内における自由歩行の比較とした本研究においてはあてはまらないと考える。

総入れ歯が及ぼす歩行中の頭位への影響をみた以前の研究では、装着、非装着を比較して有意な差が確認されなかった[9]。これは頭部に加速度計を設置したためと考えられ、通常歩行は上体、特に頭部の動揺を最小限にして安定性を得るため、環境の変化に対する反応は上体では少なく下体で出現しやすい。本研究では、身体の代表点として体重心である第3～4腰椎を加速度計の設置位置としたため下肢の影響を受けやすく、入れ歯の装着、非装着の差がより明白に表れたものといえる。下肢に加速度計を加えることでより詳細な分析が可能になると思われる。

5. 結論

総入れ歯の装着は高齢者の静的および動的状態における身体平衡に影響した。また本研究では、加速度計の応用が歩行中の入れ歯の装着、非装着のような状態変化の評価に有用であることが示された。

入れ歯が実際いかなるメカニズムで身体平衡に影響しているかを解明するためには更なる研究が必要であるが、本研究で得られた結果から、入れ歯を装着することそれ自体

が高齢者の生活の質の維持，向上の一助となりうることが示唆された。

謝辞 この研究にご協力いただいたスタッフ，被験者の皆様に謹んで感謝の意を表す。

参考文献

- 1) Theron, W. et al.: The Effect of Complete Dentures on Head Posture, J Prosthet Dent, Vol.62, No.2, pp.181-184 (1989)
- 2) Salonen, MAM. et al.: Head and Cervical Spine Postures in Complete Denture Wearers, J Craniomandib Pract, Vol.11, No.1, pp.30-33 (1993)
- 3) Watt, D. and Macgregor, AR.: Designing Complete Dentures, W. B. Saunders Company, London (1976)
- 4) Manni, B. et al.: Postural Sways Related to Stomatognathic Proprioception in Elderly, Arch Gerontol Geriatr Suppl, Vol.1, pp.243-248 (2007)
- 5) 渡辺一騎: 全部床義歯の装着が無歯顎患者の身体平衡に及ぼす影響, 口病誌, Vol.66, pp.8-14 (1999)
- 6) Fujinami, Y. et al.: Changes in Postural Control of Complete Denture Wearers after Receiving New Dentures -Gait and Body Sway-, Prosthodont Res Pract, Vol.2, No.1, pp.11-19 (2003)
- 7) Pijnappels, M. et al.: Tripping without Falling: Lower Limb Strength, A Limitation for Balance Recovery, J Electromyogr Kinesiol, Vol.18, pp.188-196 (2008)
- 8) England, SA. and Granata, KP.: The Influence of Gait Speed on Local Dynamic Stability of Walking, Gait Posture, Vol.25, pp.172-178 (2007)
- 9) Usumez, A. et al.: Effect of Complete Dentures on Dynamic Measurement of Changing Head Position: A Pilot Study, J Prosthet Dent, Vol.90, No.4, pp.394-400 (2003)