

原 著

咬合が歩行に及ぼす影響

山 本 寛 明 砂 治 よう子 苦 瓜 明 彦 大 橋 たみえ¹⁾
岩 堀 正 俊 都 尾 元 宣

Effect of Occlusion on Walking.

YAMAMOTO HIROAKI, ISAJI YOKO, NIGAUARI AKIHIKO, OHASHI TAMIE¹⁾,
IWAHORI MASATOSHI and MIYAO MOTONOBU

近年、口腔機能が全身運動や姿勢に及ぼす影響について重要視されている。特に咬合状態が全身運動に及ぼす影響に関して、重心動揺などの様々な研究が行われている。本研究は、咬合状態が静止時の重心動揺や歩行運動に及ぼす影響を検討することを目的とした。利き足が右である7名の被験者に対して、アイマスクを着用した状態で厚さ3mmのマウスガードシート（EVAシート）を片顎で噛ませ、静止時の重心動揺を計測した。さらに、アイマスクを着用し片顎でEVAシートを噛ませた状態で30m歩行し、進行方向の変位を計測した。

本研究により、静止時においては視覚を遮断した状態では重心動揺が大きくなって不安定となるが、EVAシートを噛ませた状態では重心動揺が小さくなり安定化する傾向があることがわかった。また、歩行時に片顎でEVAシートを噛ませた状態では、歩行開始から約10歩までに進行方向の変位が生じる傾向がみられ、その後は変位した方向に直進する傾向がある、ことがわかった。以上の結果により、片顎咬合は静止時の重心動揺を補正する可能性が示唆され、また、咬合状態の変化は歩行開始から約10歩までの歩行に影響するがその後の影響は少なくなることが示唆された。

キーワード：咬合、歩行、重心動揺

Purpose: Recently, the relation of oral function and gross movement has been regarded as important. Especially, a lot of studies about influence of occlusal condition, on gross movement, such as body sway, were performed up to present. The purpose of this study was to evaluate the influence of the change of occlusal condition on body sway in standing posture, and walking direction.

Method: The research subjects in this study consisted of seven right footed students. The research subjects wore eye masks to block visual perception and also bit on a mouthguard sheet (EVA sheet, thickness:3mm) on one side of the jaw. Body sway was measured with a body sway meter. The research subjects also walked a distance of 30 meters while biting on an EVA sheet on one side of the jaw, with the change in direction over this distance measured.

Results: Blocking of the subject's vision reduced body stability in a standing posture compared with when vision was not blocked. However, biting an EVA sheet made body sway more stable. With regard to walking direction, when biting on an EVA sheet on one side jaw while walking, the direction changed for about the first 10 steps. After about 10 steps, the research subjects walked in straight line.

Discussion: The results suggested that, the occlusion in single jaw might corrected the body sway in standing posture, and that a change in the occlusal condition influenced walking direction for about the first

朝日大学歯学部口腔機能修復学講座歯科補綴学分野
¹⁾朝日大学歯学部口腔感染医療学講座社会口腔保健学分野
501-0296 岐阜県瑞穂市穂積1851
Department of Prosthodontics (Removable Partial Denture). Division
of Oral Functional Sciences and Rehabilitation

¹⁾ Department of Community Oral Health, Division of Oral Infection
and Health Science
Asahi University school of Dentistry
Hozumi 1851, Mizuho, Gifu, 501-0296, Japan
(平成28年5月14日受理)

10 steps, but after about 10 steps the effect was reduced.

Key words: Occlusion, Walking, Body sway

I 緒 言

顎口腔系の異常や状態変化は、顎口腔系のみならず全身や姿勢制御機構にも関連する可能性について数多くの報告がなされており、口腔と全身との関連がより重視される環境にある¹⁻³⁾。このことは、近年スポーツデンティストの認定に伴うスポーツマウスガードの必要性の増加⁴⁻⁶⁾や、超高齢社会における補綴治療の必要性の増加などにも影響をきたすと考えられる。また、日本国内での交通事故における死者数は65歳以上が約半数を占めるが、その中でも特に歩行中の事故が最も多いとされている⁷⁾。このことは、高齢者の感覚や運動機能、注意力の低下が大きな原因と考えられるが、姿勢が悪く安定した歩行状態が得られないことが原因で生じる転倒が負傷や事故に大きく関与することは想像に難くない。

ヒトは直立姿勢の維持を行う際、足の裏の狭い支持面と、比較的重い頭蓋（約5kgとされている）が脊柱の最上部に位置し、可動性の高い関節により位置関係を保っているため頭蓋の位置による影響を受けやすい⁸⁾。このような姿勢の維持は、骨格筋の抗重力の緊張により、四肢、体幹の関節を固定することで行っている。また顎関節は咀嚼筋群と密に関連していることから、咀嚼筋の緊張が平衡感覚や筋活動において大きな影響を与えるということもいわれており⁹⁾、特に、噛みしめた状態においては胸鎖乳突筋、僧帽筋をはじめとする骨格筋の緊張が生じ、伸筋・屈筋が共縮して非相反性に筋活動を亢進させることで関節を固定するのに有利に働くことが姿勢維持に貢献するといわれ¹⁰⁾、咬合の状態変化が重心動揺に影響を及ぼし、またスプリントなどで咬合状態を変化させた状態においては重心動揺に変化がみられることも報告されている¹¹⁾。

重心動揺については、静止状態における報告^{12,13)}は多く認められていても動的状態における検討はあまり認められてはならず、スポーツ選手の重心動揺については我々も報告してきたが¹⁴⁾、動的状態においては未だ報告を行っていない。そこで今回我々は、動的状態の基本動作といえる歩行において、咬合状態が歩行に及ぼす影響について検討を行った。

II 研究方法

今回我々は、静止状態と動的状態（歩行中）の2種

の実験を行った。静止状態における身体の重心動揺の計測を実験1、動的状態（前方歩行中）における左右方向への身体の動揺の変位を実験2とした。

実験1

1. 被験者

被験者は全身的に健康で顎口腔及び頭頸部などの周囲組織に自覚的・他覚的に異常が認められない朝日大学の学生7名（平均年齢 21.7 ± 1.97 歳）とした。事前にボールを蹴ってもらった結果から、被験者の利き足は全員右であった。被験者には実験を行う前に、本実験の意義、目的、実験方法について説明を行い、同意を得た。本研究は、朝日大学歯学部倫理委員会の承認（承認番号18036）を得て行った。

2. 実験環境

実験1では日本平衡神経科学会による平衡機能検査法¹⁴⁾の重心動揺測定基準に準拠して重心動揺の測定を行った。検査室は静かで明るさが均等で、朝日大学校舎内の光や騒音、風の影響の少ない部屋を検査室として選択した。

3. 方法

実験1においては重心動揺計、測定条件ともに澤田ら¹⁵⁾が報告しているものを採用し実験を行った。重心動揺の計測と解析には、平衡機能計システムグラビコーダ G5500（アニマ社製、以下 G5500）を使用した。本実験で用いている G5500は、重心動揺検出板、アンプ、コンピューター、検査プログラム、ディスプレイ、プリンターから構成されている。検出板には水平面上の二等辺三角形の各頂点に一個ずつ、合計3個の垂直荷重センサーが設置されており、身体の揺れを3箇所の荷重センサーでとらえ、身体重心の動揺という物理量で計測する。この原理を応用して、水平面上の二等辺三角形の頂点に置かれた3個の荷重センサー値から、垂直荷重の作用中心点を求め、これを水平面での重心位置として計測を行うものである。測定中、被験者は検出板上の規定された位置に足を一致させ、閉足位（ロンベルグ姿勢）で直立させ、両上肢は軽く体側に接した楽な姿勢をとらせた。開眼時には視点を目線の高さで前方2mにある指標を注視させて計測し、アイマスク着用時は開眼状態の上からアイマスクを着用するものとした。計測時間は、測定開始から30秒間とし、データサンプリングは20Hzとした。重心動揺に対する視覚刺激の影響を排除するため、被験者には開眼状態でのアイマスクの着用を命じた。咬合時には、

被験者はEVA製マウスガードシート（バキュームアダプター専用ジスク マウスガード 3.0 mm 半透明、山八歯材社製、以下EVAシート）を意識して咬んでいる状態とした。

4. 咬合状態

重心動揺の測定は、アイマスクを着用して下顎安静位、EVAシートを右側の歯で咬んだ状態（EVAシート右咬み）、EVAシートを左側の歯で咬んだ状態（EVAシート左咬み）の3条件で行った。また重心動揺に対する視覚刺激の影響を明らかにするため、アイマスク非着用・開眼状態で測定した重心動揺とアイマスク着用状態の下顎安静位で測定した重心動揺の違いを調べた。各実験条件下でそれぞれ1回ずつ計測を行った。計測によって得られた被験者の重心動揺のデータを解析し、重心動揺の総軌跡長の数値を前述の実験条件下で比較した。アイマスク非着用・開眼状態の下顎安静位とアイマスク着用状態の下顎安静位との重心動揺の比較には student の t 検定を用いた。また下顎安静位、EVAシート右咬みおよびEVAシート左咬みの3つの実験条件間の比較には一元配置分散分析を用いた。

実験2

1. 被験者

実験1と同じ被験者を対象に実験を行った。

2. 実験環境

光や風・騒音の影響の少ない体育館を検査室として使用し、館内照明の下で実験を行った。

3. 方法

歩行方向の目安として体育館の床に長さ30 mの白線（センターライン）を使用した。歩行のゴール地点の目標として白線の延長線上にビデオカメラを設置した。被験者はゴール地点の目標を確認後、歩行に対する視覚刺激の影響を排除するためにアイマスクを装着し、可及的にセンターラインに沿って前方歩行を行った。このときの歩行距離と歩数および左右への変位を計測した（Fig. 1）。計測ポイントとして、①スタート地点から4.7m（以下 p1）②スタート地点から8.7m（以下 p2）③スタート地点から13.4m（以下 p3）④スタート地点から17.3m（以下 p4）⑤スタート地点から22.02m（以下 p5）⑥スタート地点から30m: ゴール地点（以下 p6）の6か所のポイントを設定した。前方歩行中の左右方向への変位の大きさは、センターラインから各計測ポイント通過時の被験者の位置までの距離とした。



Fig. 1 実験2における実験環境と計測ポイント

P1: スタート地点から4.7mm, p2: スタート地点から8.7mm,
P3: スタート地点から13.4mm, p4: スタート地点から17.3m,
P5: スタート地点から22.02mm, p6: スタート地点から30m
の6か所のポイントを設定した。

4. 咬合状態

前方歩行の試行は下顎安静位, EVA シート右咬みおよび左咬み (いずれも実験1と同様にアイマスク着用) の条件下で2回ずつ行った。

III 結 果

実験1

Fig.2に各被験者におけるG5500によって得られた重心動揺の総軌跡長の記録を示す。

重心動揺に対する視覚刺激の影響を明らかにするため, 下顎安静位 (開眼状態) と下顎安静位 (アイマスク着用) での重心動揺の総軌跡長を比較したところ, 下顎安静位 (アイマスク着用時)の方が有意に長かった ($p=0.04$; Fig.3 A)。

下顎安静位とEVAシート右咬み, EVAシート左咬み (いずれもアイマスク着用) の総軌跡長を比較したところ, 3つの条件間では有意な差は認められなかった。

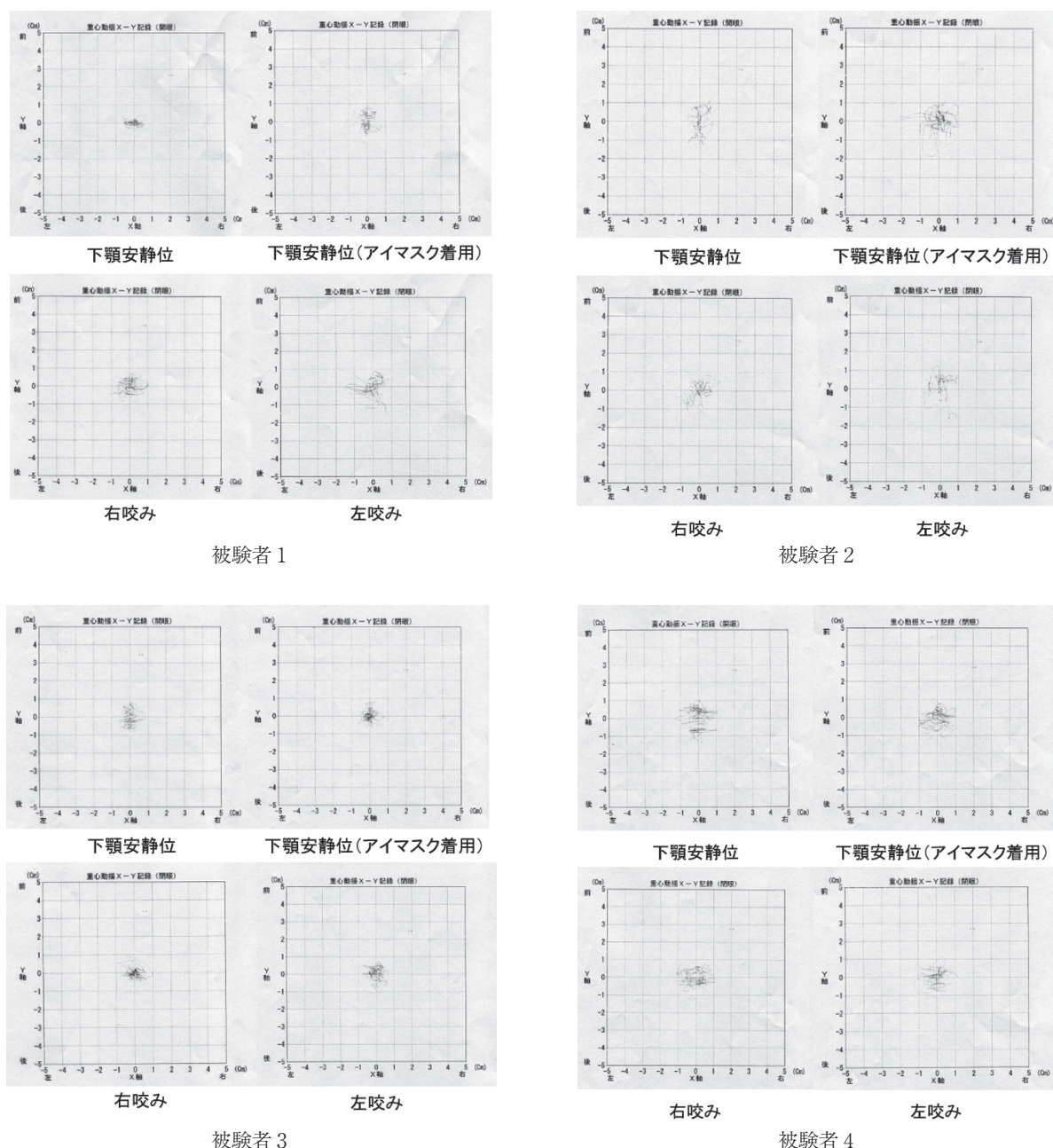


Fig.2 G5500により得られた各被験者の重心動揺の総軌跡長 (被験者1-4). 下顎安静位, 下顎安静位 (アイマスク着用), EVA シート右咬み, EVA シート左咬みの状態を示した。

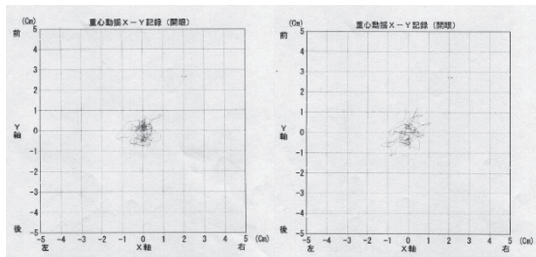
実験 2

Fig. 4 に前方歩行時の計測ポイント p1 から p6 における各被験者の左右方向への変位を示す。各被験者において、(被験者 5 は下顎安静位および EVA シート咬み共に左右方向への変位が小さかったためデータを除外した。) 下顎安静位での前方歩行と EVA シート咬みでの前方歩行の p3 地点までにおける左右方向の変位を比較したところ、被験者 6 の EVA シート右咬み、被験者 7 の EVA シート右咬みおよび左咬み以外

は下顎安静位での前方歩行よりも EVA シート咬みの方が左右方向への変位が大きかった。また p3 地点を超えた時点では、ほぼすべての被験者で最後に変位した方向に直進する傾向がみられた。

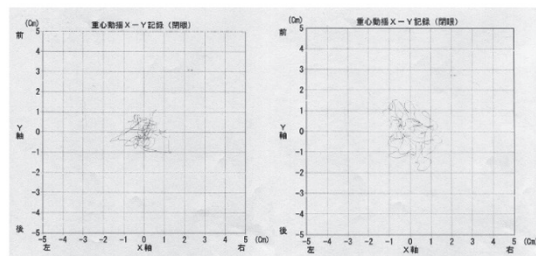
IV 考 察

今日、咬合と運動の間には様々な関連性があると考えられており、スポーツにおいてもいわれている¹⁵⁻¹⁷⁾。『噛む』という行為は顎関節を介して行われるが、その位



下顎安静位

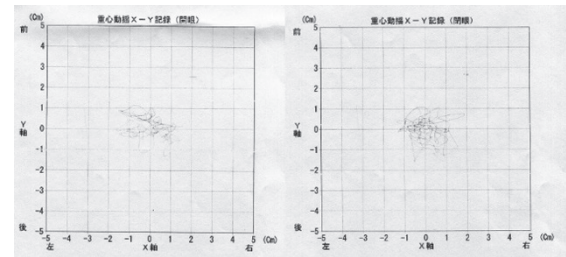
下顎安静位(アイマスク着用)



右咬み

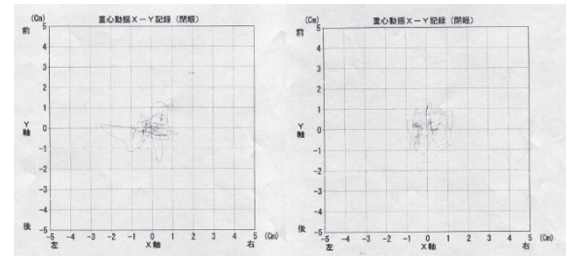
左咬み

被験者 5



下顎安静位

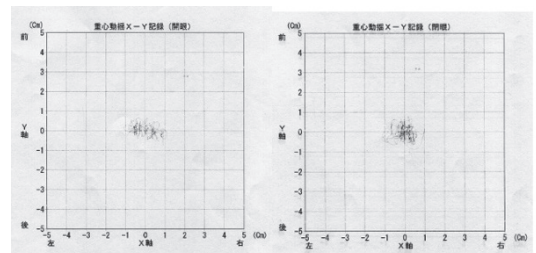
下顎安静位(アイマスク着用)



右咬み

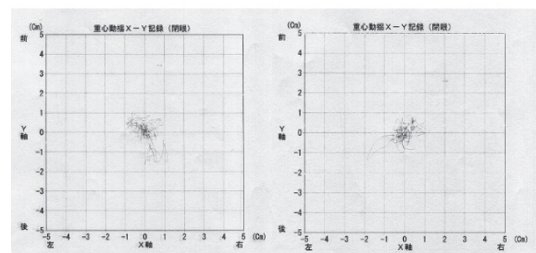
左咬み

被験者 6



下顎安静位

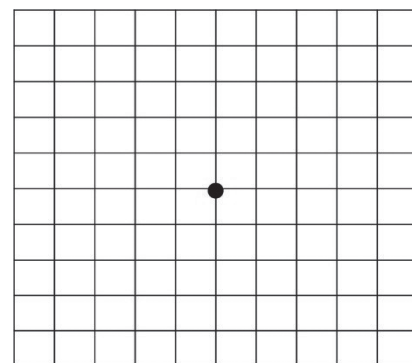
下顎安静位(アイマスク着用)



右咬み

左咬み

被験者 7



●: 動揺中心

Fig. 2 G5500により得られた各被験者の重心動揺の総軌跡長 (被験者 5-7)。下顎安静位, 下顎安静位 (アイマスク着用), EVA シート右咬み, EVA シート左咬みの状態を示した。

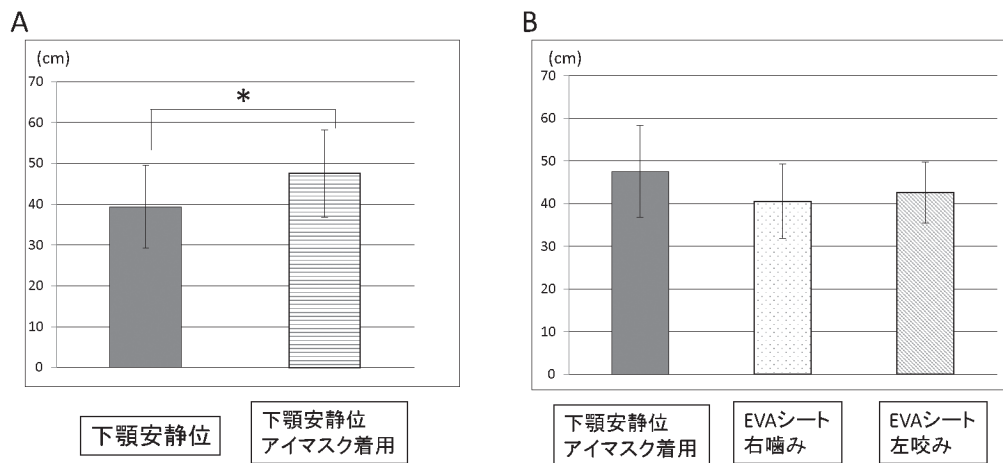


Fig. 3 重心動揺の総軌跡長の比較

A: 視覚の遮断が重心動揺の総軌跡長に与える影響. B: 片顎でEVAシートを噛むことで生じる総軌跡長への影響. グラフは重心動揺の総軌跡長の平均値±標準偏差を示し、*は2群間の統計学的有意差 ($p < 0.05$) を示す. 各群ともに $n = 7$.

置は人の平衡感覚を司る前庭、半規管がある部分に隣接している. このことから、咀嚼筋を介する運動は、スポーツのみならず、平衡感覚やバランス等が関与する日常の運動、生活にも関連性があることが考えられる. 今回は日常の運動の中でも特に頻繁に行うであろう歩行を実験に取り入れることで、咬合と運動の関連性をみだし、今後の研究に役立てたいということを図っている.

1. 実験方法について

実験 1

標準解析項目として総軌跡長、単位軌跡長、単位面積軌跡長、短形面積、外周面積、実効値面積、X 方向動揺平均中心変位、Y 方向動揺平均中心変位が算出可能であり、重心動揺の大きさが比較的簡潔に表示されているであろうと考えられることから、今回は総軌跡長を選択して測定した.

なお、今回の実験においては、歩行状態において左右への身体の動揺を解析していることから、静止状態の重心動揺は左右への変化のみを解析の対象としている.

EVA シートは、実際にスポーツを行う際にマウスガードを装着している状態を想定してスポーツマウスガードの製作に使用されているものを使用した. 開眼状態の上からのアイマスクの着用は、閉眼することによって生じる眼球の回転を防止するためである. 平衡感覚は、目から入る視覚入力、内耳の前庭器から入る平衡感覚入力、筋の伸び縮みなどによる固有感覚入力、さらに皮膚から入る体表入力を統合することにより維持される¹⁸⁾. 被験者のもつ平衡感覚、重心動揺を解析

するにあって、最も影響が大きいと考えられる視覚入力を排除するために視覚の排除を行う必要があるが、閉眼すると眼球は上方に回転し、それによって平衡感覚に影響する因子を増加させてしまうおそれがあるため、閉眼せずに視覚を排除するための方法として、開眼した状態の上からアイマスクを着用するという方法を行った. 重心動揺測定を行う際、日本平衡神経学会による重心動揺測定基準によると検査は開眼および閉眼で行う¹⁴⁾、とあるが、今回の実験において動的状態である歩行時では視覚を遮断した開眼状態での条件を採用しているため、両実験間で眼球位置の差異が生じにくい様に静止状態、動的状態の両方で開眼状態でのアイマスクの着用としている.

実験 2

実験 2 においては、歩行中であることから、静止状態に比較して条件が大きく影響すると考えられる. 特に実験環境に関しては、被験者の歩行方向に影響を与える環境要因を可及的に取り除く必要があるため、実験環境として、日光や風、音を排除するために、本学体育館を使用し、無風・館内照明にて実験を行った. 歩行距離と歩数および歩行方向の左右への変位の計測の目安としては、使用した体育館の床面に設定されている競技用バドミントンコートを採用した. 計測ポイントとして p1 から p5 までのそれぞれの距離がスタート地点から p1:4.7m, p2:8.7m, p3:13.4m となっているのはそのためである. 本実験において計測基準として採用したセンターライン、コート表記とともに、競技用として用いられているため距離・直線の信頼性が高く、長さ30mと各計測ポイントの設定に有用で

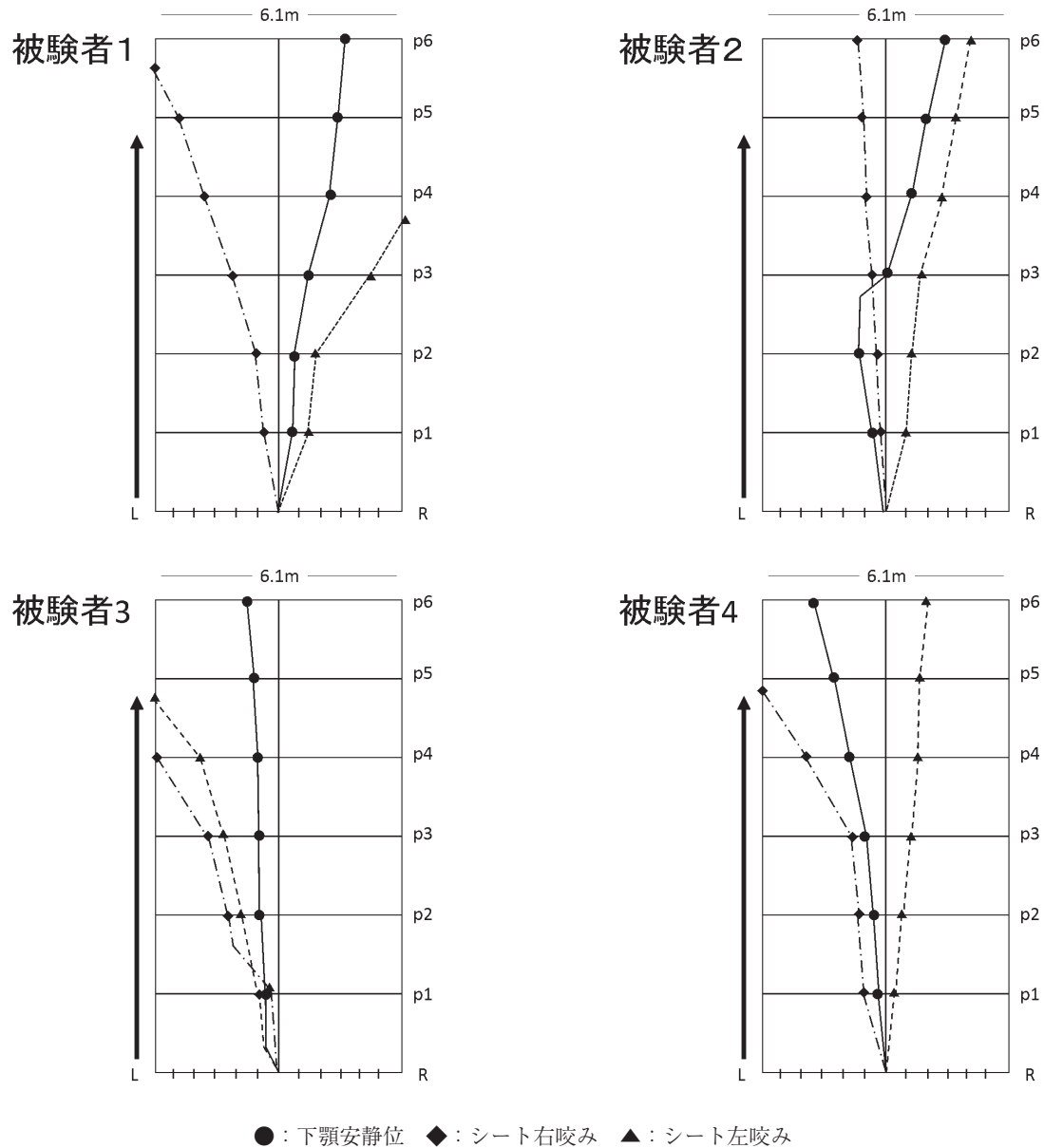


Fig. 4 p1 から p6 における各被験者の歩行運動時の左右への変位方向 (被験者 1-4). 下顎安静位と咬合時と比較すると、7 名の内 6 名が咬合時に歩行方向の変位が生じており、その中でも 5 名は p2 地点以前に変位が生じていた。また p3 地点を超えた時点では、ほぼ全ての被験者のその後は最後に変位した方向に直進する傾向がみられた。

あることを意図して採用している。左右への変位はセンターラインを基準とし、歩行中は左右のどちらに歩行方向が変位しているかを計測し、ゴール地点でのみ変位方向と変位した距離を計測した。また、実験 1 と同じ理由で、歩行中にはアイマスクの着用を被験者に命じた。

2. 結果について

実験 1

重心動揺の解析において、総軌跡長が小さいことは

重心動揺が小さく、重心の安定性が高いことがいわれている¹⁹⁾。静止状態における重心動揺の解析において、開眼状態での下顎安静位とアイマスク着用時の下顎安静位と比較したところ、総軌跡長はアイマスク着用時の方が有意に増加していた。また、下顎安静位 (アイマスク着用時) と EVA シート右咬み、EVA シート左咬みを比較したところ、EVA シートを噛んだ時の方が総軌跡長が短くなる傾向を示したが有意な差はみられなかった。このことは、被験者本来の噛み方によ

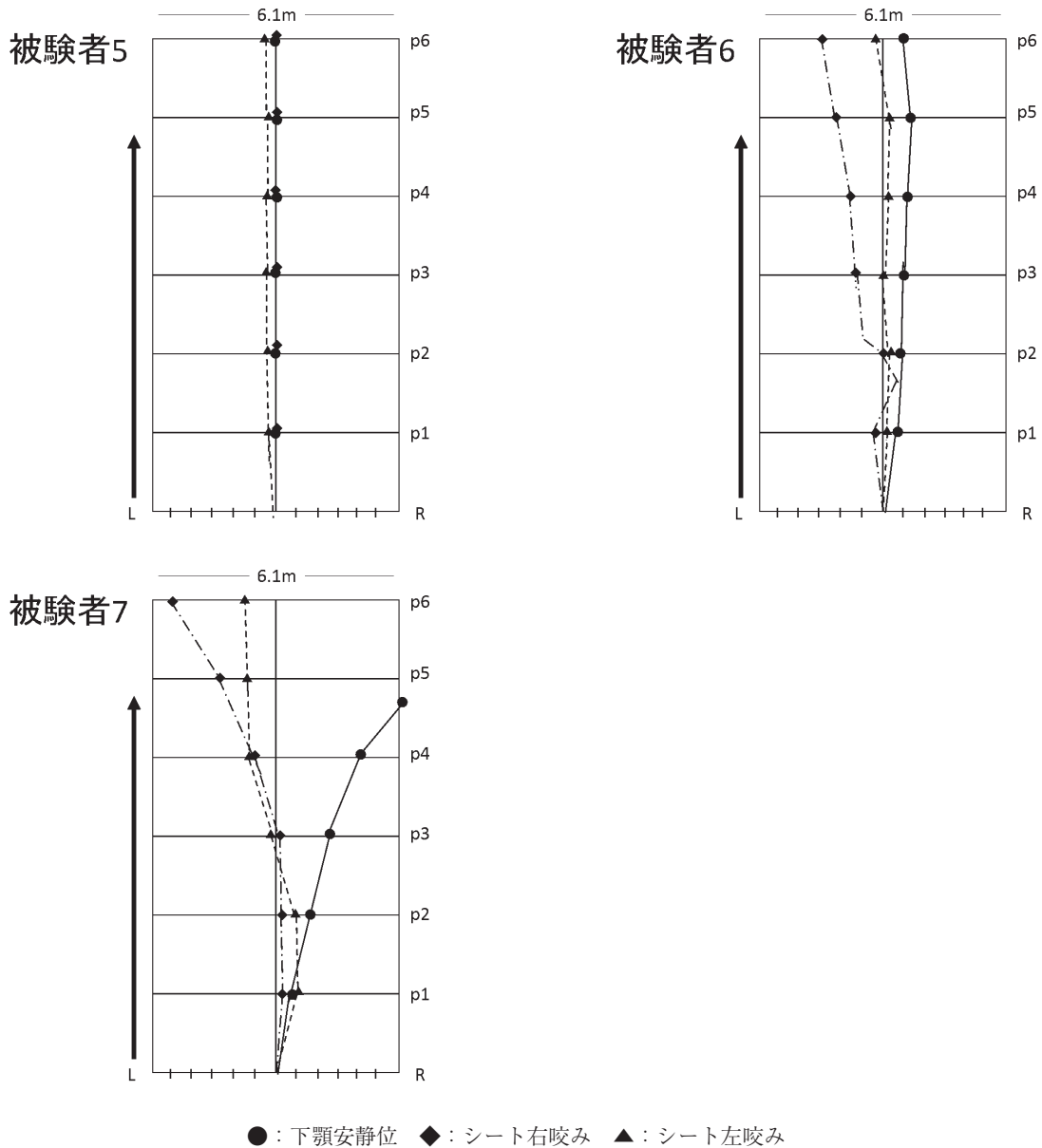


Fig. 4 p1 から p6 における各被験者の歩行運動時の左右への変位方向（被験者 5-7）. 下顎安静位と咬合時を比較すると、7 名の内 6 名が咬合時に歩行方向の変位が生じており、その中でも 5 名は p2 地点以前に変位が生じていた。また p3 地点を超えた時点では、ほぼ全ての被験者のその後は最後に変位した方向に直進する傾向がみられた。

る平衡感覚や重心バランスの変化、および姿勢制御の反射が影響していることが推測される。奥園⁸⁾は、頭位の変位が生じた際に、不随意的に頭部を重力に対して正しい位置に復元しようとする反射について述べている。ヒトは、噛みしめ時には咀嚼筋、胸鎖乳突筋を通じて骨格筋の緊張が生じるといわれている¹⁰⁾。片顎で咬合することにより、咬合した側の咀嚼筋が緊張することで、頭位が変化し体軸の重心に変化が生じて重心動揺に影響が生じたことが考えられ、左側で咬合し

た状態では右側に変位しがちであった重心が咬合した側に補正され、結果として重心動揺が小さくなったのではないかと考えられる。このことは、石上ら²⁾が顎関節と姿勢制御機構における受容器である迷路系との関連性について、下顎の位置変位が姿勢反射機構に影響を与えることを述べていることから推測され、咬合によって体軸の重心が変位した際の姿勢制御が生じ、重心動揺に変化がみられたことが考えられる。

実験 2

歩行運動中の解析では、下顎安静位では歩行方向の左右への変位がほぼみられないことに対し、咬合時では左右への変位が生じている者がみられた。また p2 地点周辺から以降は最後に変位した方向に向かってほぼ直進していく、という現象がみられた。距離にすると p1 はスタート地点から 4.72m, p2 は 8.68m であり、歩数にすると p1 が約 4～5 歩, p2 が約 10～12 歩ほどである。p1, p2 地点周辺では歩行方向がセンターライン上で左右に変位している状態がみられるが、どの被験者においても p2 周辺以降は最後に変位した方向に向かって直進する傾向がみられた。このことは下顎安静位、咬合時ともに生じているものではあるが、下顎安静位と咬合時を比較すると、7 名の内 6 名が咬合時に歩行方向の変位が生じており、その中でも 5 名は p2 地点以前に変位が生じ、その後は最後に変位した方向に直進する傾向を見せている。このことから、目隠しによる歩行は最初の約 10 歩では安定し、咬合による歩行方向への影響は p2 地点までに生じることが多く、少なくとも p3 地点周辺以降からは咬合による影響は少ないものと考えられる。下顎安静位に比較して、咬合した状態では歩行方向に変化が生じたことから、咬合状態は歩行に影響をもたらす要素のひとつである可能性が示唆される。

通常、利き足が右の場合、視覚系の情報を遮断すると、利き足である右足の力が大きく、自然と直進せずに左に偏位すると考えられるが、国宗ら²⁰⁾は目隠し歩行では歩行時には歩幅を小さくする者と大きくする者に分かると報告しているため、下顎安静位においても歩行方向に統一性がみられなかったのではないかと、ということが示唆される。また、政二の報告²¹⁾によると歩行の生成は小脳などを含む高位中枢による歩行駆動系と、下位中枢による立位保持系からなり、さらに立位保持には視覚系、前庭系、体制感覚、の 3 つの感覚系が関与する、と述べている。また、数歩なら良いが今回のように歩行距離が長く、自身の感覚による立位保持が困難な場合には、外界からの情報がないことによる不安や、距離・空間の把握が困難なことによる心理的影響の関与も考えられ、このことは、p3 地点以降にみられる、身体が最後に変位した方向に向かって直進していくという現象が生じる要因の一つであると考えられる。歩行を行う際には上記の様な多種にわたる系統の要素が関与しており、今回の実験において、静止状態の重心動揺の状態と、歩行方向の変位についての法則性が見いだせられなかったのはこのことによる影響が大きいと考えられる。

今回の実験では p2 地点である約 10 歩までは咬合状

態による変化がみられ、その地点を超えた周辺から被験者はその時点で変位した方向に直進する傾向がみられた。歩行運動中の刺激については、Fitzpatrick ら²²⁾も、刺激が無ければ閉眼状態でも 6 歩程度であれば直進できるが前庭系への電気刺激を与えると歩行方向が偏向する、と報告していることから、安定した歩行運動中でも刺激があれば歩行運動に変化が生じることが考えられる。これらにより今後の歩行運動に関連する実験を検討する場合には、歩行開始から 10 歩の歩行距離が解析に有用であると考えられる。

V 結 論

静止状態において重心動揺を解析したところ、開眼時と比較してアイマスク着用時では総軌跡長が長くなり、アイマスク着用時では下顎安静位と比較して EVA シート咬合時で総軌跡長が短くなる傾向がみられるという結果を得た。また、アイマスク着用時における 30m の歩行運動の解析においては、歩行開始から約 10 歩の距離においてはある程度歩行は安定し、咬合状態の影響が関与する可能性が高く、それ以降は最終的に偏向した方向に直進するという傾向がみられたことから、咬合が歩行に及ぼす影響を検討する場合、その歩行距離は約 10 歩で有用である、ということが考えられる。

VI 文 献

- 1) 石上恵一. 顎口腔系の状態変化が静的・動的バランスへ及ぼす影響. スポーツ歯学. 2009; 13: 1-5.
- 2) 石上恵一, 大木一三. 咬合と重心動揺. スポーツ医学. 1992; 11: 360-364.
- 3) 王丸寛美, 鱒見進一, 有田正博, 尾座本まゆみ. 顎口腔系の状態および全身状態が重心動揺に及ぼす影響. 九州歯会誌. 2002; 56: 141-146.
- 4) 西脇孝彦, 松本 勝, 飯沼光生, 星屋正彦, 廣瀬永康, 深井智子, 前田芳信, 石上恵一, 上野俊明, 小出 馨, 松田成俊, 杉山義祥, 阿部義和, 安井利一. 国民体育大会における指導者および選手に対するマウスガードの調査研究 ギフ清流国体・ギフ清流大会デンタルサポート事業から. スポーツ歯学. 2015; 18: 57-64.
- 5) 山田健久, 畠賢一郎, 澤木佳弘, 藤内 祝, 上田 実. スポーツ選手における重心動揺に関する研究. 口科誌. 1998; 47: 380-384.
- 6) 石上恵一, 武田友季, 中島一憲. スポーツ歯学 - アスリートにおける正しい咬合・顎位の維持・管理の必要性 -. 補綴臨床. 2013; 46: 595-604.
- 7) 平成 27 年度警視庁交通事故統計.
http://www.keishicho.metro.tokyo.jp/about_mpd/jokyo_tokei/tokei_jokyo/jiko4/koreisha.html
- 8) 奥園達也. ベクトル動揺図の開発と人・人体動揺解析

- の研究. 耳鼻臨床. 1983 ; 76 : 2565-2580.
- 9) 宮田敏則. 顎口腔系の状態と全身状態との関連に関する研究—実験的咬合干渉が姿勢, 特に重心動揺および抗重力筋に及ぼす影響—. 補綴誌. 1990 ; 34 : 631-645.
- 10) 河野正司, 吉田恵一, 小林 博, 三浦宏之. 咬合機能時にみられる胸鎖乳突筋の活動様相. 補綴誌. 1987 ; 31 : 764-769.
- 11) 山本賢彦, 都尾元宣, 岸井次郎, 山内六男, 長澤亨. 咬合接触状態と重心動揺. 岐歯学誌. 2005 ; 32 : 1-15.
- 12) 渡邊基起, 松永俊樹, 佐藤峰善, 畠山和利, 千田聡明, 島田洋一. 開口が静的立位バランスに及ぼす影響. 東北理学療法. 2011 ; 23 : 22-25.
- 13) 榎本友彦. ガム咀嚼運動が身体重心動揺に及ぼす影響. 補綴誌. 1993 ; 37 : 436-445.
- 14) 徳増厚二, 大久保 仁, 加藤 功, 高橋正紘, 竹森節子, 水野正浩, 八木聡明, 吉本 裕. 平衡機能検査法基準化のための資料 1987年平衡機能検査法基準化委員会答申書. Equilibrium Res. 1988 ; 47 : 221-244.
- 15) 澤田季子, 渡邊一弘, 眞岡知史, 上松信助, 今津英文, 吉川榮博, 苦瓜明彦, 都尾元宣. 剣道選手の咬合状態と重心動揺. スポーツ歯学. 2010 ; 14 : 22-28.
- 16) 石上恵一, 武田友考, 中島一憲. アスリートにおける正しい咬合・顎位の維持・管理の重要性. 補綴臨床. 2013 ; 46 : 595-604.
- 17) 坂東陽月. バドミントンのオーバーヘッドショットの正確性と咬合状態の関係. スポーツ歯学. 2009 ; 13 : 29-36.
- 18) 八木聡明. めまいの診療に必要な生理学的知識. *Modern Physician*. 1989 ; 9 : 409-413.
- 19) 田頭勝之, 玉乃井謙次, 青木英次, 藤原孝之, 小駒喜郎. 室内の照度が重心動揺に及ぼす影響について - 健康成人および高齢者による比較 -. 身体教医研. 2011 ; 12 : 17-22.
- 20) 国宗 翔, 藁科考佑, 川崎 純. 視覚情報遮断が歩行に及ぼす影響 - ロンベルグ率との関係 -. 四条曜大リハ紀. 2012 ; 8 : 17-22.
- 21) 政二 慶. 歩行と視覚. バイオメカニクス研究. 1999 ; 3 : 300-307.
- 22) Fitzpatrick RC, Wardman DL and Taylor JL. Effect of galvanic vestibular stimulation during human walking. *J Physiol*. 1999 ; 517 : 931-939.
-