

Anterior Deprogramming Device を用いた下顎運動記録の信頼性と妥当性に関する検討

日本大学大学院松戸歯学研究科歯学専攻

鎌田 征之  
(指導：河相 安彦 教授)

1. Abstract
2. 緒言
3. 研究方法および結果
  - 3-1. 研究 I
    - 1) 対象者
    - 2) Anterior Deprogramming Device の製作方法
    - 3) 下顎運動測定方法
    - 4) 計測データのデジタル化
    - 5) 測定項目
    - 6) 統計解析
    - 7) 結果
  - 3-2. 研究 II
    - 1) 対象者
    - 2) Anterior Deprogramming Device の製作方法
    - 3) 下顎運動測定方法
    - 4) 計測データのデジタル化
    - 5) 測定項目
    - 6) 統計解析
    - 7) 結果
4. 考察
5. 結論
6. 参考文献
7. Tables and Figures

## 1. Abstract

The recording of mandibular movement is useful information for the diagnosis of individual patients' oral function and for designing of prosthetic devices, especially for the functional occlusal surface. It is also useful for assessing the improvement before and after prosthetic intervention by using the mandibular movement assessment. It may also be useful for predicting the prognosis of prosthetic treatment.

To measure the mandibular movement, simple two-dimensional mandibular movement recording (2D) equipment and three-dimensional mandibular movement recording (3D) equipment for mandibular movement recording are available. The former includes the Anterior Deprogramming Device (ADD), also known as Lucia Jig, and the Gothic arch tracing. The latter includes magnetic measurement (Mandibular Kinesiograph) and photoelectron tracking systems (Sirognathograph, Gnatho-hexagraph). Gnatho-Hexagraph III (GH), one of the 3D devices, uses a CCD camera to detect mandibular movement optically without contact and can record three-dimensional 6-degree of freedom mandibular movement. 3D devices are ideal for the recording of condyle and incisor movements to assess the mandibular movement. However, since 3D devices are generally expensive and require skill in handling, it is assumed that it is not used frequently in daily clinical practice. Therefore, the need for a mandibular movement measuring device that is simpler, more reliable and more relevant in daily clinical practice for evaluating mandibular movement, which can apply for the screening.

ADD is a 2D device that attaches a guide table manufactured individually to the upper anterior teeth. The patient moves the lower jaw without contacting the upper and lower jaw teeth and records the lower jaw movement on the guide table. Also, the ADD assess the margins of the mandibular movement. It is also useful for evaluating the central position based on the record. Compared with 3D, ADD is a 2D device, and although its information is limited, it is a simple and efficient and convenient device for screening. However, there is no report evaluating the intra-day or inter-day reproducibility of the recording of mandibular movements.

The purpose of the first study was to evaluate the reproducibility of the recording of the mandibular during the forward and left and right lateral movements by using the ADD. A total of 16 subjects (9 males and 7 females, average age  $28.8 \pm 2.7$  years) were included in the study. The ADD attached to the upper anterior teeth and 0.9 mm stainless steel wire were attached between the lower central incisors of the subjects. The mandibular movement was recorded in the morning and the afternoon. One week after the first measurement, the same recording was performed, and the six measurement items measured: 1) the distance between the apex (AP) and the end of the pathway obtained by protrusive movement (EPP), 2) the distance between the AP and the end of the pathway obtained by right-lateral movement (EPR), 3) the distance between the AP and the end of the pathway obtained by left-lateral movement (EPL), 4) the distance between the AP and the center of

the tapping points (TP), 5) the angle between the EPP and EPR (APR), and 6) the angle between the EPP and EPL (APL). The reproducibility of the intra-day and inter-day variation was verified by the intraclass correlation coefficient, and the results showed the intraclass correlation coefficients of 0.87 to 0.96 for the measurement item in the morning and afternoon, and between the first day of measurement and the morning of one week later. The results indicate sufficient reproducibility within the day and inter-day.

The second research aimed to clarify the validity of the ADD. A comparative study was conducted between the mandibular movement record and the ADD record in the horizontal plane of the GH using a 3D device as an external reference. The subjects were 16 individuals (8 males and 8 females, average age  $28.6 \pm 2.5$  years) with stable normal occlusion. The regression analysis where the GH value was used as the objective variable and the ADD value was used as the explanatory variable with the AP-EPP, AP-EPR, AP-EPL, and AP-TP. The result indicates that ADD mandibular movement record was significantly linearly related to the GH horizontal mandibular movement record, and the adjusted coefficient of determinations were 93%, 87%, 91%, and 90%, respectively.

These results suggest that ADD has reproducibility and validity as a mandibular movement measuring device.

## 2. 緒言

下顎運動の記録は、患者個々の口腔機能の診断と補綴装置の設計や製作、特に機能的な咬合面の形態に有用な情報となる<sup>1) 2)</sup>。また、補綴治療介入前後の評価や予後予測にも有用と考えられる<sup>3) 4)</sup>。下顎運動の記録には簡便な2次元下顎運動記録(2D)装置と3次元下顎運動記録(3D)装置がある。前者はLucia Jigとして知られるAnterior Deprogramming Device(ADD)やゴシックアーチ描記装置、後者は磁気測定(Mandibular kinesigraph)や光電子追跡システム(Sirognathograph, Gnatho-hexagraph)などがある<sup>5)</sup>。3D装置の1つであるGnatho-Hexagraph III(GH)(株式会社ジーシー、東京、日本)は、CCDカメラを用いて下顎運動を光学的に非接触で検出し、3次元6自由度の下顎運動データを記録することができる<sup>7)</sup>ため、患者固有の顎路および切歯路の運動記録と下顎運動の測定に最適であるとされている。しかしながら、3D装置は一般に高額<sup>8)</sup>でその取り扱いには熟練した技術を要するため、日常臨床における使用頻度は多くないと推察される。したがって、日常臨床において、より簡便で信頼性と妥当性を有し、下顎運動の評価に有用な下顎運動測定装置が求められる<sup>9)</sup>。

一方、2D装置であるADDは、上顎前歯に患者個々に製作するガイドテーブルを装着し、上下顎の歯を接触させずに下顎を運動させ、ガイドテーブルに下顎運動を記録して評価を行う装置である<sup>10)</sup>。また、ADDは下顎の前方および左右と側方の限界運動軌跡を描記し、その描記図をもとに顎頭安定性を評価するためにも有用とされている<sup>11) 12)</sup>。3D装置と比較するとADDは2D装置であり、その情報量は限られているものの、正常者、または顎機能異常者の判定を行えるなど、簡便であり、効率的で便利な装置となると考えられる。しかしながら、ADDの下顎の前方・左右側方限界運動の記録に関する信頼性と妥当性を評価した報告はない。

そこで本研究では、安定した咬頭嵌合位を有し、かつ個性正常咬合を有する16名の被験者に対して、ADDの下顎運動測定装置としての信頼性を評価することを目的で、ADDによる下顎運動描記の日内および日間変動を調査し(研究I)、ADDの下顎運動測定装置としての有効性を評価することを目的で、ADDによる下顎運動描記と、3DとしてGHによる水平面での下顎運動記録を比較することにより、ADDの下顎運動測定における妥当性の検証を行った(研究II)。

## 3. 研究方法および結果

### 3-1. 研究 I

#### 1) 対象者

日本大学松戸歯学部の教職員16名(男性9名および女性7名、平均年齢、 $28.8 \pm 2.7$ 歳)を被験者とした。選択基準は、安定した咬頭嵌合位を有し、かつ個性正常咬合を有する者。除外基準は、口腔内に急性症状を有する者、不安定な咬頭嵌合位を有する者、欠損を有する者、顎関節症の症状を有する者<sup>13) 14)</sup>とした。本研究は、日本大学松戸歯学部

倫理委員会（承認番号：EC17-007）の承認を受け、ヘルシンキ宣言に従って実施され、各被験者は研究に関する口頭および書面で説明の上、同意を得た場合を対象者とした。

## 2) ADD の製作方法

作業用模型の製作は、印象トレー（メッシュトレイ，株式会社林歯科商店，東京，日本）と歯科用アルギン酸塩印象材（アルジエース Z，デンツプライシロナ株式会社，東京，日本）を使用し被験者の上下顎の印象採得を行い，歯科用石膏（NEW PLASTONE II，株式会社ジーシー，東京，日本）を用いて作業用模型模型を製作した。顎間関係記録を咬合採得用ビニルシリコーン印象材（EXABITE II，株式会社ジーシー，東京，日本）を用いて行なった。その後，顎間関係記録を用いて作業用模型模型を咬合器（Hanau H2，Whip Mix Corp.，Fort Collins，米国）に付着した。

ADD の製作は，Victor O. Lucia らの報告<sup>15) 16)</sup>に準じた。咬合器から外した上顎作業用模型の前歯部にスズ箔を貼付し，同部位に常温重合レジン（UNIFAST III，株式会社ジーシー，東京，日本）にて ADD を混和法でガイドテーブルを製作した。また下顎作業用模型の 4 前歯部にもスズ箔を貼付し，左右の下顎中切歯近心部に 0.9mm ステンレスワイヤーを描記針として付与し，常温重合レジン（UNIFAST III，株式会社ジーシー，東京，日本）にて描記針を固定した。その後，咬合器に ADD と描記針を戻して咬合器上で，前方・側方移動を行なった際，咬頭干渉を起こさない最小限の咬合挙上量となるよう ADD と描記針を調整したのちに，ADD と描記針を製作後，各被験者の口腔内に適合できるように最終調整を行なった。（Figure 1）全被験者について最終調整を行い，インサイズガイドピンの平均増加量を算出したところ  $4.5 \pm 0.8 \text{ mm}$  であった。

## 3) 下顎運動測定方法

被験者を静かな部屋の診療台に座った状態で，フランクフルト平面を床と水平に保ち，リラックスした姿勢で<sup>17)</sup>で ADD および描記針を装着した。その後，下顎運動描記を正確に行わせることを目的に，事前練習として，1) 最大開閉口運動，2) 前後運動，3) 左右側方運動，および 4) タッピング運動を行うよう指示した。指示内容として，以下のことを伝えた。1) 「しっかり噛んでください。できる限り最大で開口してください。もとの位置で噛んでください。」，2) 「しっかり噛んだ状態から，そのまま下顎を最大で前方移動してください。噛んだ状態のまま，元の位置に戻ってください。」，3) 「しっかり噛んだ状態から，そのまま下顎を最大で右側方移動してください。噛んだ状態のまま，元の位置に戻ってください。」「しっかり噛んだ状態から，そのまま下顎を最大で左側方移動してください。噛んだ状態のまま，元の位置に戻ってください。」，4) 「しっかり噛んだ状態から，出来るだけ速く 30 秒間，カチカチと噛んでください。」

被験者が，滑らかに上記の運動ができることを確認したのち，ADD に描記用インク（Gothic Arch Tracing Ink，DENTSPLY<sup>®</sup>，York，米国）を塗布し，下顎運動測定を行なっ

た。下顎運動測定時、被験者は自然頭位にて自力で、事前練習と同様の下顎運動を行なった。記録は、ADDによる下顎運動描記の日内変動を検証するために、初日の午前と午後に行なった。さらに、初日の記録から1週間後の午前に同様の下顎運動描記を記録した。

#### 4) 計測データのデジタル化

下顎運動描記後、ADDを床に平行に設置し、マクロレンズ (272E, SP AF90mm F/2.8 Di MACRO 1:1, TAMRON®, 埼玉, 日本) を備えたデジタルカメラ (EOS 8000D, CANON, 東京, 日本) を使用して写真データを撮影した。ADDとマクロレンズとの焦点距離を30 cmに固定し、下顎運動描記の画像全体を記録した。(Figure 2)

デジタル化された描記像は、画像処理ソフト (Image J 1.51, National Institutes of Health, Bethesda, MA, 米国) を使用し画像分析を行なった。

#### 5) 測定項目

以下に示す6項目を測定した: 1) APEX (AP) と前方限界運動描記の先端 (EPP) との間の距離, 2) AP と右側方限界運動描記の先端 (EPR) との間の距離, 3) AP と左側方限界運動描記の先端 (EPL) との間の距離, 4) AP とタッピングポイントの中心間 (TP) との間の距離, 5) EPP と EPR 間の角度 (APR), および 6) EPP と EPL 間の角度 (APL)。(Figure 3)

#### 6) 統計解析

級内相関係数 (ICC) を使用して、日内および日間における ADD による下顎運動描記の再現性を分析した。統計解析は、統計処理ソフト (SPSS Statistics version 21.0, SPSS-IBM, Chicago, IL, 米国) を使用し、有意確率は5%未満に設定した。

#### 7) 結果

##### (1) 各測定時期における基本統計量

Table 1 に、初日の午前 (D1M), 初日の午後 (D1A), および初日から一週間後の午前 (D2M) の平均値と標準偏差 (SD) を示し、Table 2 に、日内および日間変動における ICC 値, 95%信頼区間, P 値を示す。

##### (2) 下顎運動描記の日内変動

0.5 未満の級内相関係数 (ICC) 値は信頼性が低いと見なされ, 0.5~0.75 は中程度の信頼性を示し, 0.75~0.9 は良好な信頼性を示し, 0.90 を超えると優れた信頼性を示す<sup>18)</sup>。

AP-EPP, AP-EPR, AP-EPL, AP-TP の ICC 値は, 0.87~0.95 であり, 良好で優れた信

信頼性を示した。APR および APL の ICC 値は、0.89 および 0.96 であり、良好で優れた信頼性を示した。以上のことから、下顎運動描記の日内変動は、全ての測定項目から、良好で優れた信頼性を有することが示唆された。

### (3) 下顎運動描記の日間変動

AP-EPP, AP-EPR, AP-EPL, AP-TP の ICC 値は、0.74 から 0.93 であり、中程度で優れた信頼性を示した。APR および APL の ICC 値は、0.88 および 0.93 であり、良好で優れた信頼性を示した。以上のことから、日内変動よりも軽度に低い再現性を示したが、下顎運動描記の日間変動においても許容できる信頼性を有することが示唆された。

## 3-2.

### 1) 対象者

大学松戸歯学部教職員の16名（男性8名および女性8名、平均年齢、28.6±2.5歳）を被験者とした。選択基準は、安定した咬頭嵌合位を有し、かつ個性正常咬合を有する者。除外基準は、口腔内に急性症状を有する者、不安定な咬頭嵌合位を有する者、欠損を有する者、顎関節症の症状を有する者<sup>13) 14)</sup>とした。本研究は、日本大学松戸歯学部倫理委員会（承認番号：EC17-007）の承認を受け、ヘルシンキ宣言に従って実施され、各被験者は研究に関する口頭および書面で説明の上、同意を得た場合を対象者とした。

### 2) ADD の製作方法

ADD の製作は、研究 1 の方法に従い製作および調整を行なった<sup>19)</sup>。(Figure 1)

### 3) 下顎運動測定方法

被験者を静かな部屋の診療台に座った状態で、フランクフルト平面を床と水平に保ち、リラックスした姿勢で椅子に座らせた後、ADD と描記針、および下顎前歯部に GH 専用クラッチと GH 専用ヘッドフレームおよびフェイスボウを装着した。基準平面である両側外耳孔上縁および左側眼窩下縁の 3 点よりなるフランクフルト平面と計測点である両側下顎頭、下顎左右第一大臼歯近心頬側咬頭と下顎左右中切歯コンタクト部の設定を行なった<sup>17)</sup>。被験者には、下顎運動描記を正確に行わせる目的で、事前に最大開閉口運動、前方運動、左右側方運動およびタッピング運動を行うよう指示した。指示内容は、研究 1 の方法に従い、被験者に指示した。(Figure 4) その後、ADD に描記用インク (Gothic Arch Tracing Ink, DENTSPLY®, York, 米国) を塗布し、下顎運動の測定を行なった。GH の咀嚼運動解析は顎運動測定器付属の解析ソフト (GNATH-HEXA AR, 株式会社ジーシー, 東京, 日本) を用いて行なった。計測経路は、ADD による下顎運動記録と GH の水平面での下顎運動記録とした。(Figure 5)



#### 4) 計測データのデジタル化

ADD による下顎運動描記の計測データは、研究 1 と同様の方法にしたがってデジタル化し、画像処理ソフト (Image J 1.51, National Institutes of Health, Bethesda, MA, 米国) を使用し画像分析を行なった。

#### 5) 測定項目

ADD の下顎運動描記と GH の水平面での下顎運動記録の比較検討を行う目的で、以下に示す 4 項目を測定した: 1) APEX (AP) と前方限界運動描記の先端 (EPP) との間の距離, 2) AP と右側方限界運動描記の先端 (EPR) との間の距離, 3) AP と左側方限界運動描記の先端 (EPL) との間の距離, 4) AP とタッピングポイントの中心間 (TP) との間の距離。 (**Figure 6**)

#### 6) 統計解析

ADD の妥当性を評価するために、GH の値を目的変数、ADD の値を説明変数として、回帰分析を使用して検討した。統計解析は、統計処理ソフト (SPSS Statistics version 21.0, SPSS-IBM, Chicago, IL, 米国) を使用し、有意確率は 5%未満に設定した。

#### 7) 結果

##### (1) 基本データ

**Table 3** に、ADD および GH で記録された測定項目 (AP-EPP, AP-EPR, AP-EPL, AP-TP) の平均値と標準偏差 (SD) を示す。

##### (2) 回帰分析

AP-EPP, AP-EPR, AP-EPL および AP-TP 全てにおいて、ADD および GH は有意な線形関係にあり、ADD から GH の各計測項目の予測を示す調整済み決定係数はそれぞれ 0.93, 0.87, 0.91, および 0.9 と高い値を示した。 (**Table 4**) また回帰式の定数は-1.32 から-0.04 の範囲にあり、GH の計測値は ADD より小さい値をとることが明らかとなった。

#### 4. 考察

本研究では、ADD の下顎運動測定装置としての信頼性を評価することを目的で、ADD による下顎運動描記の日内および日間変動を調査し (研究 I), ADD の下顎運動測定装置としての有効性を評価することを目的で、ADD による下顎運動描記と、3D として GH による水平面での下顎運動記録を比較することにより、ADD の下顎運動測定における妥当性の検証を行った (研究 II)。

研究 I では、安定した咬頭嵌合位を有し、かつ個性正常咬合を有する被験者において、ADD は下顎運動測定装置として、日内および日間に信頼性を有することが示唆された。

ADD は、Lucia Jig としても知られ、1964 年に Victor O. Lucia によって考案された<sup>15)</sup>。この装置は、上顎前歯に個別に製作されたガイドテーブルを装着することで、上下の歯を接触せずに下顎の動きをガイドテーブルに描記させることができ、上下顎の咬合関係を評価することができる<sup>10)</sup>。さらに ADD は、下顎の前方・左右側方限界運動の軌跡を描記させ、その描記図をもとに顎頭安定性を評価するためにも提案されている<sup>11) 12)</sup>。

無歯顎のゴシックアーチ描記において、咬合高径が変化すると描記図の大きさは異なり、さらには、タッピングポイントも不安定になることが報告されている<sup>20)</sup>。また、ADD を用いた下顎運動描記においても、咬合高径の変化により、描記図の再現性に影響を受けることが報告されている<sup>21)</sup>。したがって、ADD を用いた下顎運動描記または中心位を評価する場合、咬合高径の挙上量は最小限でなければならない。一方で、咬合挙上量が切歯点で 3 mm 未満であれば、タッピング時の前後的、左右的分布はいずれも小さい範囲に収束することが報告されている<sup>22)</sup>。本研究では、ADD に明確な描記をさせることを目的に、下顎中切歯間に 0.9mm ステンレスワイヤーを付与した描記針を併用した。このことで、平均垂直開口部は  $4.5 \pm 0.8$  mm となり、推奨値の 3 mm<sup>22)</sup> よりもわずかに高くなったが、日内、日間変動は共に許容できる信頼性を示した。また、検査前、口頭で「不快を感じますか？」との質問を被験者全員に尋ねたが、増加した咬合挙上量で不快感を感じた被験者はいなかった。

以上のことから、ADD は下顎運動を評価する上で、経時的な信頼性を有することが示唆されたため、日常臨床において、時間の制限を受けず、かつ経過を評価する上でも十分に堪えうる下顎運動測定装置と考えられる。

しかしながら、本研究では、高齢者、不安定な咬頭嵌合位を有する者、および欠損を有する者において、ADD の下顎運動測定装置としての信頼性の検証を行わなかった。不安定な咬頭嵌合位を有する者、および欠損を有する者は、顎関節症または筋肉障害の症状を示す場合が報告されている<sup>13) 14)</sup>。今後の研究では、これらの被験者において、健康な歯のある被験者と比較して、ADD の信頼性を評価する必要がある。

また本研究では、測定者は 1 人であり、測定者間の変動の可能性を考慮しなかった。ADD による下顎運動測定装置として、完全な信頼性を評価するため、今後の研究において複数の測定者で実施する必要がある。

研究 2 では、ADD の下顎運動記録に関する妥当性を明らかにすることを目的に、ADD による下顎運動描記と、3D 装置を外的基準として GH の水平面での下顎運動記録との比較検討を行った。この目的のために、GH の値を目的変数、ADD の値を説明変数として、ADD と GH の下顎運動記録 (AP-EPP, AP-EFR, AP-EPL, および AP-TP) の適合性を、回帰分析を使用して検討した。

結果は、いずれの測定項目において有意な線形関係を示し、各項目の調整済み決定係数はそれぞれ 93%, 87%, 91% および 90% であった。一方、定数の値は -1.32 ~ -0.04 を

示し、ADDの下顎運動記録はGHの水平面下顎運動記録の値よりもわずかに大きな値であった。この要因は、ADDとGHとの下顎運動測定領域のわずかな差異によるものと考えられるが、ADDの下顎運動記録は、GHの水平面下顎運動記録と有意な線形関係にあり、GHを使用して得られた計測値は、90%前後でADDの計測値により計算または予測することができる<sup>23)</sup>。

以上のことから、ADDは下顎運動を評価する上で、3D装置であるGHの水平面と同等の結果が得られると示唆されたため、日常臨床において、ADDの下顎運動記録により、下顎運動測定装置として有用な情報量が得られると考えられる。

しかしながら、本研究ではGHの水平面のみでの下顎運動記録比較であり、また被験者は、安定した咬頭嵌合位を有し、かつ個性正常咬合を有する者のみでの計測であった。本研究の主目的は、簡便なADDにて下顎運動の機能障害と異常の評価を行うことである。したがって、今後の検討課題では、GHの水平面のみでなく、GHとADDの下顎運動記録を3Dにて比較検討し、また顎機能異常者、欠損を有する者の計測を検討する必要があると考える。

## 5. 結論

下顎運動測定装置としての再現性と妥当性について検証し、以下の結論を得た。

- 1, ADDは、下顎運動測定装置として日内および日間における良好な信頼性を有することが示唆された。
- 2, ADDは、下顎運動測定装置として良好な妥当性を有することが示唆された。

## 6. 参考文献

- 1) Gallo LM: Modeling of temporomandibular joint function using MRI and jaw-tracking technologies--mechanics, **Cells Tissues Organs**, **180**: 54-68, 2005.
- 2) Yuan F, Sui H, Li Z, et al.: A Method of Three-Dimensional Recording of Mandibular Movement Based on Two-Dimensional Image Feature Extraction, **PLoS One**, **10**: e0137507, 2015.
- 3) Jemt T, Karlsson S: Mandibular movements during mastication before and after rehabilitations with new complete dentures recorded by light-emitting-diodes, **Swed Dent J**, **4**: 195-200, 1980.
- 4) Sivaraman K, Chopra A, Venkatesh SB: Clinical importance of median mandibular flexure in oral rehabilitation: a review, **J Oral Rehabil**, **43**: 215-225, 2016.
- 5) Jankelson B: Measurement accuracy of the mandibular kinesiograph—A computerized study, **J Prosthet Dent**, **44**: 656-666, 1980.
- 6) Kazazoglu E, Heath MR, Ferman AM, et al.: Recording mandibular movement: technical and clinical limitations of the Sirognathograph, **J Orofac Pain**, **8**: 165-177, 1994.
- 7) Shinya A, Sato T, Hisanaga R, et al.: Time course analysis of influence of food hardness on head posture and pitching of head during masticatory movement, **Bull Tokyo Dent Coll**, **54**: 73-80, 2013.
- 8) Pinheiro AP, Pereira AA, Andrade AO, et al.: Measurement of jaw motion: the proposal of a simple and accurate method, **J Med Eng Technol**, **35**: 125-133, 2011.
- 9) Dembert ML, Brownstein AH, Keith JF: Principles and Practices of Screening for Disease, **Mil Med**, **153**: 16-20, 1988.
- 10) Keith J. Ferro, Steven M. Morgano, Carl F. Driscoll, et al.: The Glossary of Prosthodontic Terms: Ninth Edition, **J Prosthet Dent**, **117**: e1-e105, 2017.
- 11) Grasso JE, Sharry J: The duplicability of arrow-point tracings in dentulous subjects, **J Prosthet Dent**, **20**: 106-115, 1968.
- 12) Santosa RE, Azizi M, Whittle T, et al.: The influence of the leaf gauge and anterior jig on jaw muscle electromyography and condylar head displacement: a pilot study, **Aust Dent J**, **51**: 33-41, 2006.
- 13) Ohrbach R, List T, Goulet JP, et al.: Recommendations from the International Consensus Workshop: convergence on an orofacial pain taxonomy, **J Oral Rehabil**, **37**: 807-812, 2010.
- 14) Michelotti A, Alstergren P, Goulet JP, et al.: Next steps in development of the diagnostic criteria for temporomandibular disorders (DC/TMD): Recommendations from the International RDC/TMD Consortium Network workshop, **J Oral Rehabil**,

- 43: 453-467, 2016.**
- 15) Lucia VO: Centric relation, theory and practice, **J Prosthet Dent, 14: 492– 505, 1964.**
  - 16) Keshvad A, Winstanley RB: Comparison of the replicability of routinely used centric relation registration techniques, **J Prosthodont, 12: 90-101, 2003.**
  - 17) Suzuki Y, Saitoh K, Imamura R, et al.: Relationship between molar occlusion and masticatory movement in lateral deviation of the mandible, **Am J Orthod Dentofacial Orthop, 151: 1139-1147, 2017.**
  - 18) Koo TK, Li MY: A Guideline of Selecting and Reporting Intraclass Correlation Coefficients for Reliability Research, **J Chiropr Med, 15: 155-163, 2016.**
  - 19) Kamada M, Furokawa S, Kurata Y, et al.: Is the Simple Anterior Deprogramming Device Applicable for Diagnosis and to Predict the Prognosis? The Reproducibility of the mandibular tracing recorded by the Device, **IJOMS, 2019.**
  - 20) Kiyotaka Suzuki NS, Toshio Hosoi, Yoshiaki Okikura and Yasumitsu Hanji: A Study on the Numbers of Denture Adjustments in Complete Denture Wearers - Relationship to Stability of Tapping Point-, **J Jpn Prosthodont Soc, 45: 106-116, 2001.**
  - 21) Rubel B, Hill EE: Intraoral gothic arch tracing, **N Y State Dent J, 77: 40-43, 2011.**
  - 22) Sato K: Effects of Occlusal Raising and Head Movement on Position of Tapping Area, **J Jpn Prosthodont Soc, 35: 983-996, 1991.**
  - 23) Schober P, Boer C, Schwarte LA: Correlation Coefficients: Appropriate Use and Interpretation, **Anesth Analg, 126: 1763-1768, 2018.**

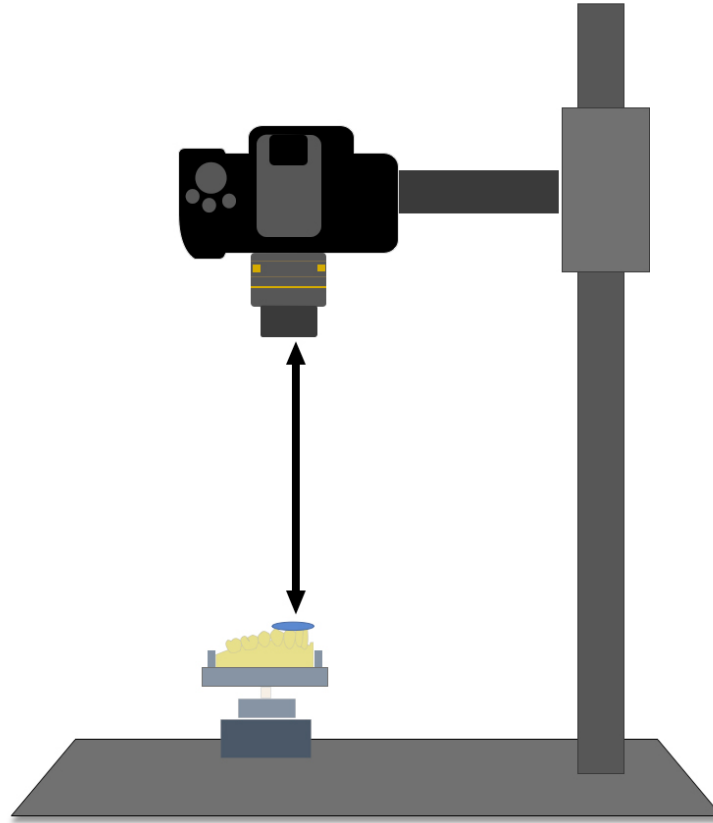
## 7. Tables and Figures



**Figure. 1**

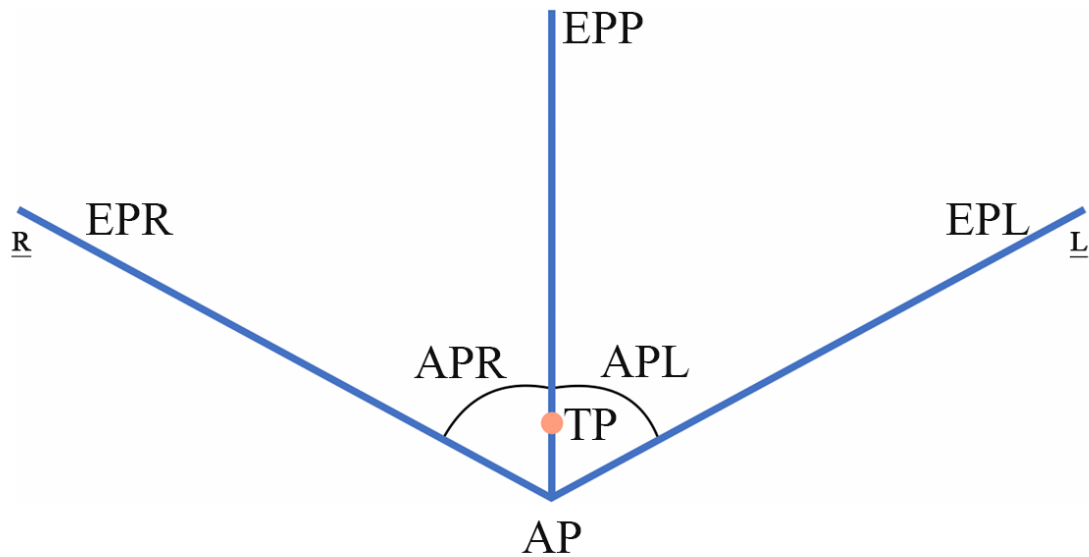
The anterior deprogramming device (ADD) and mandibular clutch.

The average increase in value on the articulator was  $4.5 \pm 0.8$  mm.



**Figure. 2**

After the tracing, the anterior deprogramming device (ADD) was placed parallel to the floor, and photographic data was obtained by the digital camera with a macro lens with the focal length fixed to 30 centimeters.

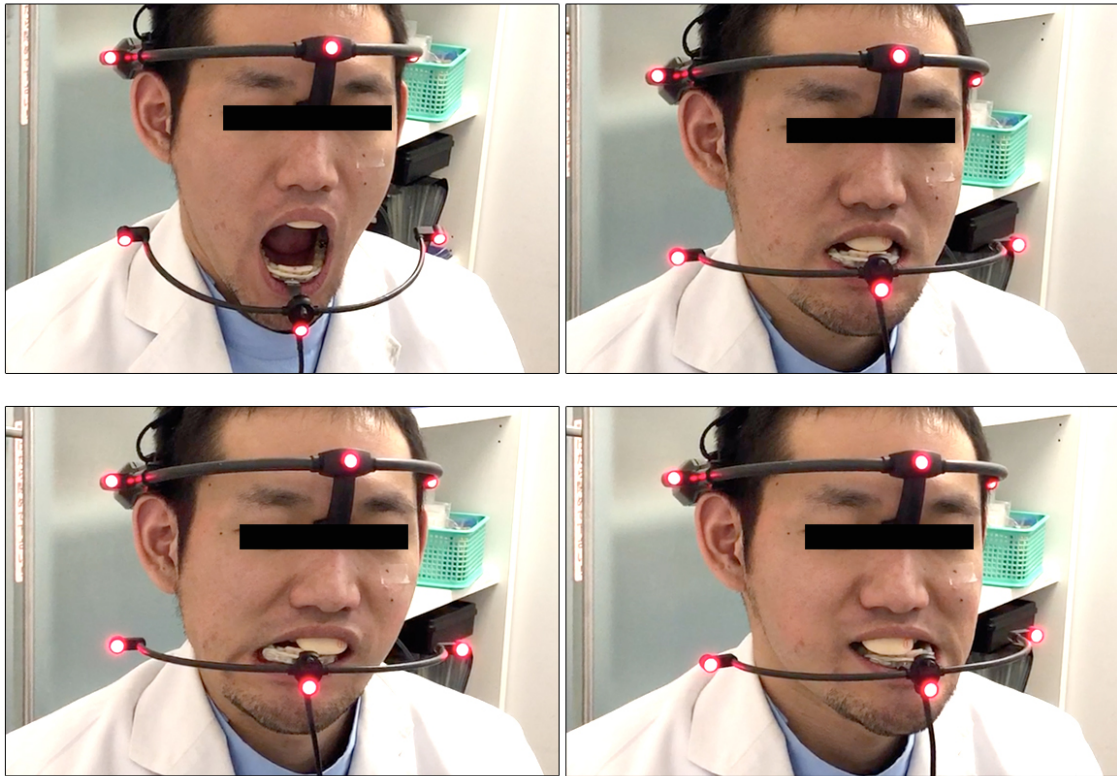


**Figure. 3**

The measuring items:

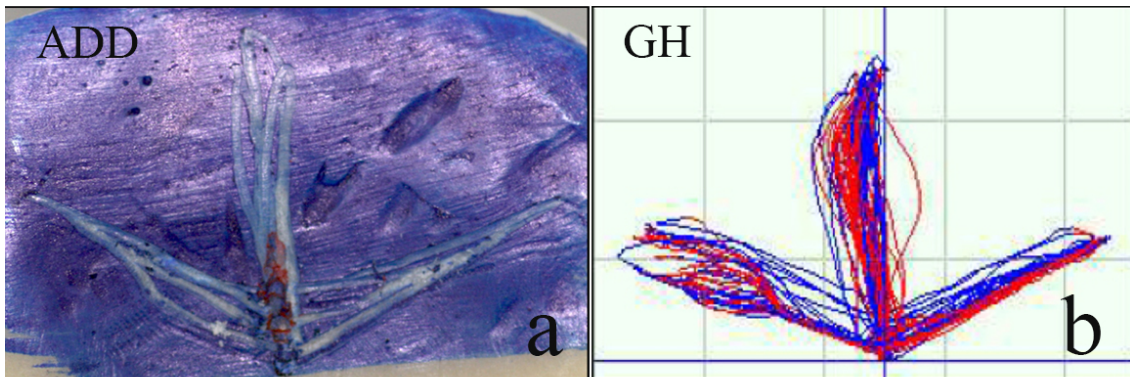
- 1: The distance between the apex (AP) and the end of the pathway obtained by protrusive movement (EPP).
- 2: The distance between the AP and the end of the pathway obtained by right-lateral movement (EPR).
- 3: The distance between the AP and the end of the pathway obtained by left-lateral movement (EPL).
- 4: The distance between the AP and the center of the tapping points (TP).
- 5: The angle between the EPP and EPR (APR).
- 6: The angle between the EPP and EPL (APL).





**Figure. 4**

To ensure a clear path of movement as pre-measurement training, the participants opened and closed the jaws in a free maximal motion. Moreover, protrusive and lateral movements were performed consecutively.

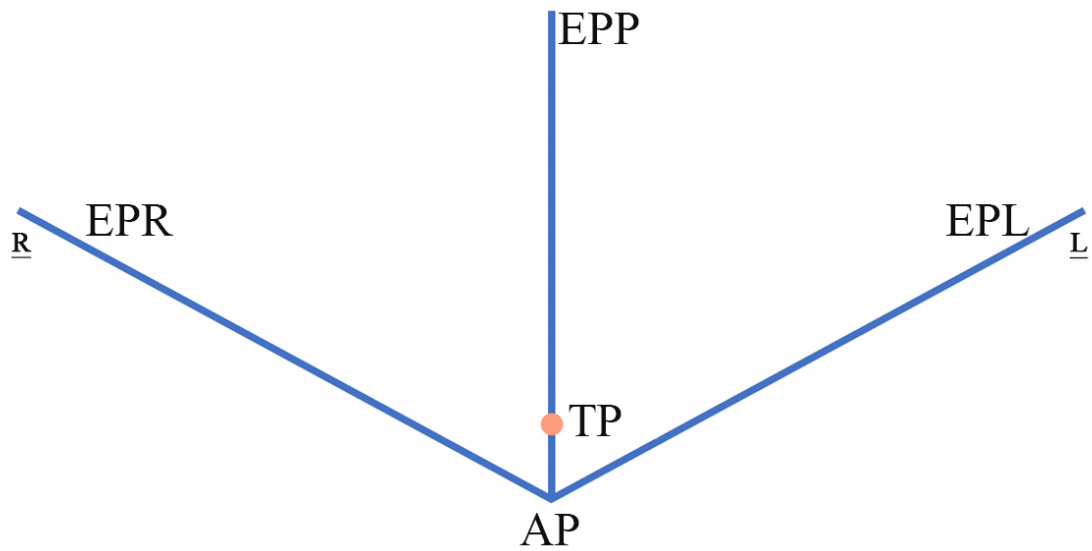


**Figure. 5**

**a:** The pathway on the anterior deprogramming device (ADD) record.

**b:** Horizontal pathway of the the Gnatho-Hexagraph III (GH).

The GH output was recorded on a personal computer and analyzed with the GNATH-HEXA AR software. The path of interest was the ADD record and horizontal pathway of the GH.



**Figure. 6**

The measuring items:

- 1: The distance between the apex (AP) and the end of the pathway obtained by protrusive movement (EPP).
- 2: The distance between the AP and the end of the pathway obtained by right-lateral movement (EPR).
- 3: The distance between the AP and the end of the pathway obtained by left-lateral movement (EPL).
- 4: The distance between the AP and the center of the tapping points (TP).

**Table 1**

The mean value and SDs of fluctuation in the pathway on the anterior deprogramming device (ADD) (n=16).

The measurement items of the pathway on ADD	Day 1 Morning	Day 1 Afternoon	Day 2 Morning
AP-EPP (mm)	10.20 (1.51)	10.23 (1.51)	10.17(1.76)
AP-EPR (mm)	11.59 (0.59)	11.65 (0.62)	11.37(0.95)
AP-EPL (mm)	11.45 (1.47)	11.49 (1.48)	11.41 (1.13)
AP-TP (mm)	1.07 (0.57)	1.19 (0.69)	1.01 (0.59)
APR (degrees)	62.94 (5.94)	62.81 (4.45)	61.94 (4.45)
APL (degrees)	62.31 (5.61)	61.94 (5.15)	62.31 (4.79)

The measuring items:

- 1: The distance between the apex (AP) and the end of the pathway obtained by protrusive movement (EPP).
- 2: The distance between the AP and the end of the pathway obtained by right-lateral movement (EPR).
- 3: The distance between the AP and the end of the pathway obtained by left-lateral movement (EPL).
- 4: The distance between the AP and the center of the tapping points (TP).
- 5: The angle between the EPP and EPR (APR).
- 6: The angle between the EPP and EPL (APL).

**Table 2**

The intraclass correlation coefficients (ICC) s, 95% CI and P-values of intra-day and day-to-day fluctuations at the pathway on the anterior deprogramming device (ADD).

	Intra-day fluctuations			Day-to-day fluctuations		
	ICC			ICC		
	Value	95%CI	<i>P</i> -value	Value	95%CI	<i>P</i> -value
AP-EPP	0.89	0.70 - 0.96	<i>P</i> <0.001	0.74	0.27 - 0.91	<i>P</i> =0.006
AP-EPR	0.87	0.62 - 0.95	<i>P</i> <0.001	0.78	0.39 - 0.92	<i>P</i> =0.002
AP-EPL	0.94	0.84 - 0.98	<i>P</i> <0.001	0.93	0.80 - 0.97	<i>P</i> <0.001
AP-TP	0.95	0.86 - 0.98	<i>P</i> <0.001	0.89	0.69 - 0.96	<i>P</i> <0.001
APR	0.89	0.70 - 0.96	<i>P</i> <0.001	0.88	0.66 - 0.96	<i>P</i> <0.001
APL	0.96	0.89 - 0.99	<i>P</i> <0.001	0.93	0.82 - 0.98	<i>P</i> <0.001

The measuring items:

- 1: The distance between the apex (AP) and the end of the pathway obtained by protrusive movement (EPP).
- 2: The distance between the AP and the end of the pathway obtained by right-lateral movement (EPR).
- 3: The distance between the AP and the end of the pathway obtained by left-lateral movement (EPL).
- 4: The distance between the AP and the center of the tapping points (TP).
- 5: The angle between the EPP and EPR (APR).
- 6: The angle between the EPP and EPL (APL).

**Table 3**

The mean (SD) of pathway lengths on the anterior deprogramming device (ADD) and the Gnatho-Hexagraph III (GH) (n=16).

<b>The measurement items of the pathway</b>	<b>The anterior deprogramming device (ADD)</b>	<b>The Gnatho-Hexagraph III (GH)</b>
AP-EPP (mm)	9.08 (1.37)	8.37 (1.51)
AP-EPR (mm)	11.13 (1.52)	10.37 (1.59)
AP-EPL (mm)	11.39 (1.82)	10.71 (1.95)
AP-TP (mm)	1.37 (0.37)	1.17 (0.34)

The measuring items:

- 1: The distance between the apex (AP) and the end of the pathway obtained by protrusive movement (EPP).
- 2: The distance between the AP and the end of the pathway obtained by right-lateral movement (EPR).
- 3: The distance between the AP and the end of the pathway obtained by left-lateral movement (EPL).
- 4: The distance between the AP and the center of the tapping points (TP).

**Table 4**

The result of regression analysis (n=16).

	<b>Coefficient</b>	<b>Constant</b>	<b>Adjusted R2</b>	<b><i>p-value</i></b>
AP-EPP	1.07	-1.32	0.93	<0.001
AP-EPR	0.98	-0.51	0.86	<0.001
AP-EPL	1.02	-0.90	0.90	<0.001
AP-TP	0.88	-0.04	0.89	<0.001

Dependent variables: The anterior deprogramming device (ADD)

Independent variables: The Gnatho-Hexagraph III (GH)

The measuring items:

- 1: The distance between the apex (AP) and the end of the pathway obtained by protrusive movement (EPP).
- 2: The distance between the AP and the end of the pathway obtained by right-lateral movement (EPR).
- 3: The distance between the AP and the end of the pathway obtained by left-lateral movement (EPL).
- 4: The distance between the AP and the center of the tapping points (TP).