咬合音波形検出器について

田中 良種*

福岡

Occlusal Sound-Wave Detector

Yoshitane Tanaka, D.D.S.

Fukuoka

Not much study has been reported concerning the clinical application of occlusal sound for examination and diagnosis of occlusion. Stewart (1953), Thompson (1954), Schwontz (1959), and Silverman (1962) studied the tooth contact sounds and the TMJ sounds by means of the stethoscope or by directly listening to those. Those methods, however, did not provide reliable results for they did depend entirely upon the listener's auditory sense.

In order to analyze the occlusal sounds in much objective manner, Watt (1967) and Brenman (1972) developed the new methodology, of which the visual records of sound of occlusion was possible. Occlusal sound was picked from the bone transmission sound by microphone and was transduced to the electrical signals and displayed on the magnetic oscilloscope or braun tube oscilloscope. Figures displayed may be stored in the pen-recorder or pictured. Brenman (1972) developed occlusograph being applicable for occlusal analysis in clinical dentistry.

Several studies have been reported concerning the occlusal sounds on the Japanese journals of prosthodontics or other dental associations since 1960s. Author developed two types of the occlusal sound wave detector, namely DENTAL sound CHEKER 201 and 202, in 1976 and 1977, respectively. In those detectors, Occlusal sound wave was picked by the microphone, and the amplitude, duration, disparity in impact time and so on, were observed so as to examine stability of tooth contact.

In spite of excellent clinical performance of the occlusal sound wave detector, there still are a few problems such as the obscurity or the resonance of the sounds through the body structure. This article dealt with the analysis of the occlusal sound waves displayed on the detector.

* 鹿児島大学歯学部講師 福岡県飯塚市開業
1983年1月31日受付

緒 言

歯科医学における咬合の重要性は今さら論ずるまでもないが、我が国においても第2次世界大戦後、近代歯科医学の急速なる導入と、社会・文化の変化とともにこの問題が大きなウェートを占め、我々臨床家に大きな課題として要求されるようになった。特に補綴分野においては、鑄造歯冠修復物が多用されるようになってとともに顎関節症の問題などを含めその重要性は増加した。

一方、導入された咬合の概念(理論)、そのアプローチの方法は各種あるが、特に近年は顎運動の分析に基づいた理論の展開と、一部批判を受けつつも機械的方法により解析しようとする考えが混交し理解を一層困難にしているものと思われる。最近開発しつつある電子器機による下顎運動解析(生理的下顎運動解析も含む)と高度な咬合器からアナログ的咬合器への連携的診断効果の向上と、最近とみに言われる生理学的咬合との融合が待たれるゆえんである。

生体が規則的に咀嚼・嚥下を行う場合、その咬頭嵌合位が重要なことは当然であるが、個人差はあるものの、神経筋機序にのっとり、その嵌合位が生理的閾値または適応閾値¹⁾内に存在することが好ましいと考えられているが、咬合再構成(Occlusal reconstruction)または狭義のOral rehabilitationを行う場合は、上顎に対し下顎位を一定の位置に選定し、咬頭嵌合位を新たに設定することの必要性も生じてくる。

しかし、この位置は生体にとり、生理的にも習慣的にもよりよい咬頭嵌合位であることが望まれる。従来より咬頭嵌合位のチェックには、咬合器に付着した診断模型によるか、あるいはダイレクトに口腔内で咬合紙、リボン、ストリップス、ワックス、シリコンなどを用いて行う方法がとられてきたが、その他に触診法または患者の判応に対する評価、また、咬合音の聴診法などがあげられる²⁾。

咬合音の診断の意義

前述のとおり、嵌合位が生理的境界内に存在すれば病的因子としての要素は甚少ないと言われている。しかし個人差があり、わずかな咬頭嵌合位の変位の原因となる早期接触または咬頭干渉などが口腔顎系の調和を乱し、顎頭の位置異常、咀嚼筋の異常な緊張を招

来し、顎関節症または外傷性咬合として歯牙支持組織の破壊につながることも知られている。病的嵌合位の引金としては早期接触またはそれに継続する咬頭干渉があるが、それらが下顎の変位と非生理的チューイング・サイクル(チューイング・パターン)の出現の原因として考えられている。

早期接触による下顎の変位を中心域滑走(SLIDE IN CENTRIC)として、ブラキシズム発生の原因としてあげている臨床家もいる³⁾。歯牙の咬合接触診査には、前述のとおり、咬合紙などを用いて接触部位や強さを知ることは重要な技法であるが、反面上下歯の対合歯間に何らかの物質を介在させなければならないこと、時間的要素が不明なことなどの欠点があるため、筋電図などと同様に歯牙がタッピング時衝突接触する音を咬合音(顎関節部においては顎関節音)として、視覚的、聴覚的に促える方法が従来よりなされてきた。

咬合音の検出について

1. 聴診法

内科学において聴診法が診断に応用されたのは1816年と歴史は記しているが、歯科において咬合音の聴診が診断に応用されるようになったのは比較的最近のことで、Stewart (1953)、Thompson (1954)、Schwartz (1959)、Silverman (1962)などは、歯の接触音や顎関節音を直接耳または聴診器を用いて聴取し、外傷性咬合、咬頭干渉、顎関節異常などの検出の一手段とした⁴⁾。聴診器には、コーン・タイプ、フラット・タイプの2器種があり、両側の咬合音または顎関節音聴取にはステレオ型聴診器も盛んに使用されている。筆者も10数年前、保母の指導により、小型新生児用のフラット・タイプ咬合音診断聴診器をU.C.L.A.にて購入し愛用してきたが、あくまでもこの聴診法は術者の感覚に頼らざるをえないという欠点がある。

2. 波形記録法

咬合音を客観的に評価するための記録の必要上、Watt (1976)およびBrenman (1972)などは、咬合音を骨伝導音としてマイクロホンで電気信号に変換し、電磁オシロスコープやブラウン管オシロスコープに表示してペン・レコーダーに集録または写真撮影などを行い客観的評価性を高めた。特にBrenmanは、1972年

図1 デンタル・サウンド・チェッカー202型。

図2 プリンターを内蔵したデンタル・サウンド・チェッカー203-A型。

臨床に応用できる咬合音診断装置 (Occluso graph) を開発し市販している⁵⁾。我が国においても、咬合音についての研究が幾多の大学または研究機関により行なわれ、1960年初頭⁶⁾より学会ならびに学会誌などで発表されるなど多くの研究がなされてきた。

筆者は、1973年以来視覚的咬合音波形の集録の必要性に気付き、この問題に検討を加え、市販の工業用オシロスコープ (東芝製 MODEL-IOM 2) を流用し特殊マイク (リオン社製心音マイクロホン PM-01) と組み合わせ一応成功を取めた。しかし臨床的にはまだ不十分なので、藤栄電気機の研究スタッフの協力を得て、1976年デンタル・サウンド・チェッカー201型、翌1977年202型 (図1) を咬合音波形診断器の一器種として開発、発表した。次いで1979年第9回国際ナソロジー学会 (米国・サンジエゴ) にて、オクルーザル・サウンド・ディテクター (Dr. P. K. トーマスによる命名) として発表した。1982年6月、他の咬合検査器機ならびにテクニックとともに社会保険診療に D.S.C. として導入された。その後、類似の物が他社より2器種ほど市販されている。

咬合音波形記録集録法はペンレコーダーによるが、前述した写真撮影によるのが学問的に正確で好ましいが、一般臨床に対応するニーズにこたえ、1982年プリンターを内蔵した203-Aを開発した (図2)。また大きくこの問題がクローズ・アップされ、1982年第69回日本補綴歯科学会学術大会 (仙台) にて補綴検査法—咬合音による診断、というテーマでシンポジウムが行われるなど有意義に討論された。

図3 Impact sound

咬合音波形の種類と性格

上下の歯牙がタッピング (接触) し咬頭嵌合に到達する際、摩擦 (滑走) や衝突により歯牙が振動し音が生じることは当然である。この音を診断に用いる法、すなわちこれが咬合音診断である。上記の咬合音については、あくまでも空口時の歯牙接触音であり機能時と異なる。すなわち機能時には、万一咬頭嵌合位において異常があっても自己受容性 (神経筋機序) により滑走を行わないのが常である。

咬合音の種類には、持続時間の短い衝突音 (Impact sound, Single sound) (図3)、持続時間の長い Sliding sound (図4)、両者の合併した Mix sound (図5) があり、別な表現では清音 (Clear cut sound)、濁音 (Muffle sound) とも表現されている⁴⁾。特殊な波形については、顎関節音、歯牙の動揺・沈下、または義歯の沈下時などに生じる波形がある。前者 (清音、衝突音) の場合には生理的習慣的咬頭嵌合が安定した場

図4 Sliding sound

図5 Mix sound

図6 頬骨弓上に設置されたマイク

合に多発し、後者（滑走音）については早期接触、咬頭干渉などにより歯牙が滑走し嵌合位に至る音と考えられ、ひいては下顎の変位も当然招来するであろう。また、1相性、2相性と表現している説もある。

Dental Sound Checker

これは前述したように、筆者が開発した咬合音または顎関節音を聴診器と同様に、皮膚面上またはその他の部位によりマイクロホンにて採取し内蔵せるスピーカーまたはオシロスコープ上に表現し、咬合診断の一助として用いる咬合音波形診断器の一器種である。

1. ピック・アップ

咬合音または顎関節音をピック・アップするには、空気伝導によるか、骨伝導によるかいずれかの方法である。本来の目的によれば、後者の骨伝導音を採取するのが好ましいと考えられるが、その増幅法によれば、その波形にやや難点があるように思われる。本機につ

いては、周囲の雑音を採取しやすいという欠点があるが、一応前者の空気伝導マイクロホン・コンデンサー型を応用している。しかし、逐次改良を加えつつ雑音採取量の少ないマイクロホンに改変しつつある。

2. ピック・アップの設置部位

ピック・アップの設置部位は、①前額部 ②頬骨弓上皮膚面、眼窩下部 ③顎関節部 ④外聴道部などがあげられている。Brenmanは、前額部にピック・アップを設定するOccluso graphを応用したが、これは左右骨伝導音をミックスで採取するというので、左右の咬合音波形の採取には好ましくないとされる。筆者は、咬合音採取時には②（図6）、顎関節音採取時には③（図7）を応用している。ただし、骨伝導音を皮膚面上でキャッチする意味においてある程度の圧迫が必要となる。すなわち、皮膚の被薄な部分に設定することになる。この左右の部位に設定することで、咬合音の強度差、時間差が測定しやすいと従来より言われてきた。

最近、筋電計（E.M.G.）と同時に使用したり（図8）、下顎運動解析器（M. K. G.、サホン・ビジ・トレーナー）との併用時（図9）には、このピック・アップは障害となることが多いので外聴道に挿入できるピック・アップも採用している（図10）。特に前者のE. M. G.との併用時に、頬骨上に圧迫を加えることにより計測する筋の興奮を招来するなどの欠陥が生ずることがあるので有効である。また、頬骨弓上より位置的には、咬合音の比較または顎関節音の採取には有効であるともいえる。

図7 顎関節音採取マイク

図8 筋電計との併用時における外聴道用マイク

図9 M. K. G. との併用

図10 フレーム・レスにした外聴道用マイク

図11 スムースな Motion velocity

しかし患者の指示に不徹底が生じたり、頬骨弓上とはやや異なった波形が出現する傾向がある。しかし外聴道での咬合音は、十分なる音圧とマイクロホン設定部位が一定しているとともに、前者と異なりマイクロホンをホールドするヘッド・ギアの共振音を拾い難く安定した咬合音波形が得られるという有利さもある⁸⁾。

咬合音波形の臨床的分析

1. 咬合音の強度差

歯牙タッピング時において安定した生理的嵌合位であれば、そのスピードは速く、歯牙接触の強度も強くなり、その衝突波形のレベルは通常高く出現するのが常である。これは現在 M. K. G., サホン・ビジ・トレーナーの Motion velocity においても表現されている(図 11, 12, 13, 14)。万一咬頭嵌合位に不調和があれば、スピードも遅く衝突音波形のレベルも漸次低下を招くのも当然である。しかし天然歯の場合または架工材料(金属、ポーセレン、レンジ)によっては、ややそのレベルに変化があるが、臨床的にはさほど痛痒を感じていない。

2. 咬合音の持続時間

Impact sound の場合は、衝突後の滑走はほとんどみられず、持続時間も非常に短く(10 mm/sec 以内)通常この波形が好ましい。Sliding sound の場合は、衝突の

図 12 図 11 時の咬合音波形、非常にシャープである

図 13 開閉口時に乱れのある Motion velocity

図 14 図 13 時の咬合音波形、シャープさを欠く咬合音波形。

図 15 Logic timeによる到着時間差のチェック。上段(右側)が先に接触している。

波形の強弱にかかわらず、継続する波形も長く持続時間も長く表現される。これは筋電計波形に大いに類似し、将来はこの積分値の評価の必要性も生じてくるかもしれない。前述したレジン冠や金属冠装着時の持続時間の増加は、わずかであると発表されている。デンタル・サウンド・チェッカーの場合は、左右の咬合音波形の対比（重ね合わせ）または調整前の波形を残留させ、調整後の波形の重ね合わせ機構も具備している。

3. 咬合音の到着時間差

咬頭嵌合位タッピングにおいて、左右の歯列は時間的に同時接触が望ましいのは当然である。これは、通常 Sampling time を 10 mm/sec 時における咬合音採取時に、到着時間が一見同時とみられても、記録時間が 10 mm/sec ないし 5 mm/sec に調節し Logic time により比較することが望ましい（図 15）。

4. Mix sound について

衝突前のわずかな滑走（早期接触の発見）を予測するものとして 202 型以降に増設した機構で、前者の到着時間差と同様に利用でき、Minus-delay という表現をしている。

咬合音採得の要領

咬頭嵌合位は、歯牙が最大面積で接触し、強大な筋力で行使されると共に咀嚼ストロークの終末であるといわれているが、患者の咬頭嵌合位が生理的閾値内に存在するならば、その咬合音波形のチェックには習慣性嵌合位のデータを採用することで十分であろう。しかし一応病的と考えられるかまたは病的と診断された時には、なるべく下顎を安静位に導き、その位置より急速に嵌合を命じた場合に、より効果的な波形が採取できる。つまりそれは回数を重ねることにより、変位した位置での安定した嵌合位の波形が出現する恐れが

図 16 下顎運動解析器ならびに歯科用筋電計。

あるからである。

このような理由により、タッピング時のスピードを極力速めること（1 秒間 1 回以上）、また連続波形を採取する場合には、初期の波形を重要視すべきであろう。（10 回以内）。また、筋のスパズムを緩解した後に应用すればより効果的であろう（薬剤、マッスル・ステイミュレーション、バイオ・フィードバック、オクルーザル・スプリント装着後など）。

咬合音波記録

Brenman が、Occluso graph に使用したと同様にスピード・ダウンしてストレージした波形をアウト・プットし、ペン・レコーダーで記録する方法が最も有効で、通常 2 ペン・レコーダーを用いるが、安価な 1 ペン・レコーダーで 2 回に分けて記録する方法も有効である。また、後発機器にはペン・レコーダーまたはドット・プリンターを内蔵したものがある。社会保険においては、波形記録を義務付けているので、前記の

ような記録によるか通常な撮影記録などが必要となる。

おわりに

咬合音の歯科治療における応用は、咬合不調和の診査・診断、歯科補綴後の調整、矯正治療後の予後観察など、多くの分野で活用されるべきであろう。しかし、下顎運動は口腔顎系により複雑にコントロールされているため、顎関節 X 線撮影または筋電計、下顎運動解析器などの ME、DE との共用（図 16）または咬合器に付着しての診断などと併用し、総合的な診断が必要である。咬合音の研究の歴史は浅く、各歯科大学、研究機関により一層の研究がなされており、伝達関数の研究、パワー・スペクトルの分析などにより真摯な研究が行なわれている。筆者も現在周波数の分析などにより、よりよい咬合音の分析または臨床への導入を計るべく研究中であり、近い将来に発表できることを願いつつ、この稿を終える。

参考文献

- 1) 山内和夫：歯の健康と歯牙移動。Doctor's culture life, 88 : 26~27, 1981
- 2) 石岡 靖：人体における音響振動と咬合分析。新潟歯学雑誌, 4 (2) : 55, 1975
- 3) Ramfiord, S.P. (覚道幸男, 三谷春保 他訳) : オクルージョン。咬合治療の理論と臨床。医歯薬出版 (東京), 1968
- 4) 雨宮幸三：咬合音に関する研究。歯科医学, 35 (4) : 625~656, 1972
- 5) 河村洋二郎 他編：咬合を考える。歯界展望/別冊, 29, 1973
- 6) 杉崎 寿, 松尾悦郎, 斉藤俊文, 長屋圭一：人工歯の咬音に関する研究 (第 1 報)。日補綴歯会誌, 4 : 216, 1960
- 7) 田中良種：日本の補綴。607~618, クイテッセンス出版 (東京), 1981
- 8) 高宮紳一郎, 羽賀通夫：咬合音の診断。日本歯科評論, 470, 129~137, 1981

図 17 左側上顎第2大臼歯に下顎を近心に偏位させる要素の早期接触がみられる。

図 18 顎関節X線規格撮影。中心位(左)より嵌合位(右)が前下方に変位している。

図 19 当該患者の咬合音波形。下段(左側)にスライドする波形がみられる。

図 20 Logic timeによっても左側の早期接触が確認できた。

図 21 早期接触除去後のCentric stop

図 22 調整後の咬合音波形。シャープさが回復されている。

図 23 右側上顎に下顎を側方で前方に偏位させる要素の早期接触が発見された。

図 24

図 25

図 24, 25 診断模型上における早期接触の部位, LIOP+MIOP

図 26 当該患者の咬合音波形。左右の咬合音波形に調和がみられない。

図 27 パントグラフ・サーベイにより左側にイミーディエイト・サイド・シフトがみられる。

図 28 早期接触除去後のCentic stop

図 29 調整後の咬合音波形。左右の調和が回復しつつある。