顎関節雑音を有する咀嚼系機能障害患者に対するバイト プレーン療法と低出力ダイオードレーザー療法の効果

The Effect of Bite Plane and Diode Laser Treatment in CMD Patients with TMJ Noise

小林 義典, 志賀 博, 秋山 仁志

Yoshinori KOBAYASHI, Hiroshi SHIGA, and Hitoshi AKIYAMA

日本歯科大学歯学部歯科補綴学教室第1講座

The Nippon Dental University, School of Dentistry at Tokyo,
Department of Partial and Complete Denture

1. 緒言

咀嚼系機能障害の主要症状のうち、顎関節雑音は非観血的療法では最も残存率が高く¹⁾、またその発生機序については不明瞭な点を多く残している。

著者らは、顎関節音の機能的診断法の確立を目的として、マイクロフォンで記録した開閉口運動時の顎関節音を周波数分析によって、音の性状を定量的に評価するシステムを開発し、分析を進めている。すでに、顎関節音の検索に際しては、波形分析よりも周波数分析の方が有効性が高いこと²⁾、正常者における顎関節音のパワースペクトルは、周波数帯域がほぼ100Hz以下に限定される同一パターンを呈すること³⁾、咀嚼系機能障害患者における顎関節音のパワースペクトルは、100 Hz以上にも周波数成分の強調がみられ、正常者のそれとは明らかに異なるパターンを示すこと⁴⁾、顎関節音の累積80%周波数値は、顎関節音の定量的評価の有効な指標になること⁵⁾を報告してきた。

今回は、顎関節雑音を有する咀嚼系機能障害患者に対するレーザー療法の効果を客観的に評価する目的で、保存療法で改善が認められなかった患者に低出力ダイオードレーザーを1日おきに5回、さらに2週間おきに2回照射し、照射前の顎関節音を記録し、パワースペクトルと累積80%周波数値を分析した。また、バイトプレーン療法後(レーザー照射開始前)と開始7週間後における咀嚼運動を記録し、咀嚼運動の安定性についても分析した。

2. 研究方法

2.1 被験者と治療経過

被験者は、44歳の女性で、右側頸部・肩部・手腕部の疼痛と開口時の右側顎関節のclickingを主訴として来院した。心理テスト、血液一般・血清学的検査、また全身既往、家族歴に特記すべき主事項は認められなかった。Michigan型バイトプレーンを装着し、約40週間にわたり、3週間隔で調整を継続したところ、右側頸部・肩部・手腕部の疼痛は消退したが、装着8週間後に軽減した右側顎関節部のclickingは以後何ら変化しなかった。そこで、右側顎関節部への低出力ダイオードレーザー療法を試みた。レーザー療法は、東京医研社製の低出力ダイオードレーザーTE830-100(GaAlAs半導体レーザー、波長: 830nm、光出力: 25mW、50mW、75mW、100mWの4段階出力、出力モード: 連続出力)を用い、前述のように1日おきに5回、さらに2週間おきに2回照射した。

2.2 記録方法と装置

被験者は、頭部を固定せずにフランクフルト平面が水平となるようにリラックスさせた状態で、歯科用治療椅子に坐らせた。

2.2.1 咀嚼運動の記録

咀嚼運動は、Myotronics社製Mandibular Kinesigraph K-5型を用いて、主咀嚼側でガム咀嚼を行わせた時の30ストロークにおける切歯点の運動をTEAC社製データレコーダー(XR-50)に記録した。

図1．本研究の認識法により自動的に分割された咀嚼ストロークおよび平均経路、標準偏差

表1．開口時側方成分、閉口時側方成分、垂直成分

level	Average Path (Mean & SD)					
	Lat. (opening)		Lat. (closing)		Vertical	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
level 0	0.00	0.03	0.00	0.03	0.00	0.04
1	-0.06	0.16	1.69	0.22	1.71	0.20
2	0.08	0.20	2.64	0.27	3.12	0.27
3	0.26	0.23	3.16	0.36	4.52	0.36
4	0.43	0.31	3.35	0.41	5.93	0.46
5	0.64	0.39	3.32	0.49	7.33	0.56
6	0.83	0.46	3.15	0.54	8.74	0.66
7	1.05	0.47	2.88	0.56	10.14	0.76
8	1.24	0.46	2.62	0.61	11.55	0.86
9	1.42	0.53	2.33	0.64	12.96	0.97
10	1.88	0.68	1.88	0.68	14.36	1.07

(mm)

表2．開口相時間、閉口相時間、咬合相時間、cycle time

	Opening	Closing	Occluding	Cycle time
1 :	0.21	0.17	0.20	0.58
2 :	0.24	0.15	0.19	0.58
3 :	0.21	0.18	0.19	0.58
4 :	0.22	0.17	0.19	0.58
5 :	0.22	0.14	0.20	0.56
6 :	0.26	0.13	0.19	0.58
7 :	0.21	0.17	0.19	0.57
8 :	0.21	0.17	0.19	0.57
9 :	0.20	0.15	0.21	0.56
10 :	0.19	0.17	0.19	0.55
Mean :	0.217	0.160	0.194	0.571
SD :	0.020	0.016	0.007	0.011

(sec)

2.2.2 顎関節音の記録

顎関節音は、測定部位（皮膚上の外眼角と耳珠の上下の midpoint とを結ぶ線上の耳珠後縁より 13 mm の点を平均的顎頭点とし、その点より前下方約 20 mm の点）にリオン社製コンタクトマイク (SH01-S03) を両面接着テープで固定後、被験者に開閉口運動をさせ、顎関節音を採取後、マイクロサイエンス社製 A/D コンバーター (DAS1898-XPC) によりアナログ信号を Sample 数 8000、Sampling time 0.293 msec にてデジタル信号に変換し、さらにデジタル波形をグラフィックディスプレイ上で確認後、ディスク (PC9801-VM21) に記録した。

図2．周波数分析を行なう範囲指定

図3．範囲指定により求められた顎関節音の原波形とパワースペクトル

2.3 分析方法

2.3.1 咀嚼運動の分析

咀嚼運動の分析は、データレコーダーからの再生記録を A/D コンバーターによりアナログ信号を Sample 数 3000、Sampling time 10 msec にてデジタル信号に変換後、教室で開発した咀嚼運動自動分析システム⁶⁾を用いて主咀嚼側咀嚼時の咀嚼ストロークを各ストロークに分解し、咀嚼開始後第 5 ストロークからの 10 ストロークにおける運動経路と運動リズムの安定性について、初診時、バイトブレン療法後、レーザー療法後 7 週間との間でそれぞれ比較した。運動経路については、各ストロークの咬合接触位を基準として、各ストロークにおける咀嚼パターンを上下的に 10 分割して座標値を求め、この座標値から平均経路および左右、上下方向の標準偏差を算出（表 1、図 1）後、開口時側方成分、閉口時側方成分、垂直成分の各標準偏差を開口量で除算する指標（以下 SD/OD と略す）を算出し、運動経路の安定性を表わす指標にした。

運動リズムについては、各ストロークにおける開口相時間、閉口相時間、咬合相時間、cycle time を算出後、10 ストロークの平均時間と標準偏差を算出し（表 2）、各時間の変動係数を運動リズムの安定性を表わす指標にした。

2.3.2 顎関節音の分析

顎関節音の分析は、まずディスクに保存した顎関節音のデータをグラフィックディスプレイに再生後、マウスを用いて周波数分析を行う範

図4．初診時における咀嚼開始後第 5～14 ストロークとその平均経路ならびに標準偏差（前頭面）

図6．バイトプレーン療法後における咀嚼開始後第 5～14 ストロークとその平均経路ならびに標準偏差（前頭面）

図8．レーザー療法後における咀嚼開始後第 5～14 ストロークとその平均経路ならびに標準偏差（前頭面）

図5．初診時における運動経路とリズムの安定性

図7．バイトプレーン療法後における運動経路とリズムの安定性

図9．レーザー療法後における運動経路とリズムの安定性

囲を指定する（図2）。次いで、範囲指定により得られたデータに対して7点平滑化によりスムージング後、FFT処理したものを信号A、被験者が安静時にあると思われる範囲内のデータに対して7点平滑化によりスムージング後、FFT処理したものを信号Bとし、信号Aから信号Bを減算したものをその範囲の求めるパワースペクトルとし（図3）、さらにそのパワースペクトルから累積80%周波数値とを算出し、初診時、レーザー治療開始前、開始2日後、4日後、6日後、8日後、3週間後、5週間後、7週間後の経過を観察した。

3．結果および考察

3.1 咀嚼運動について

3.1.1 初診時の咀嚼運動

運動経路は、咬合位付近の咀嚼幅が大きく、開口するにしたがって咀嚼幅が著明に減少する特異的パターンを呈していた。また、開口時に運動の停止あるいは運動の制止が推察されるパターンが認められ、さらに右咀嚼側にもかかわらず左側へ開口し、開口から閉口への変極点も左側に位置していた（図4）。

運動経路の安定性は、垂直成分のSD/ODが正

常範囲外にあり不安定だったが、開口時側方成分と閉口時側方成分の両SD/ODが正常範囲内にあり安定していた。一方、運動リズムの安定性は、開口相時間、閉口相時間、咬合相時間、cycle timeの各変動係数がいずれも正常範囲外にあり、極めて不安定だった（図5）。

したがって、初診時の咀嚼運動は、患者が独自のパターン形成を行うことによって運動経路を安定することができたが、その経路が異常な特異的なパターンであるために運動リズムが損なわれ、不安定になったものと考えられる。

3.1.2 バイトブレン療法後の咀嚼運動

運動経路は、初診時とは明らかに異なり、非作業側へ開口後、作業側へ向かい、その後中心咬合位へconvexを呈して戻るパターンを呈していた。また、左側への偏位や運動の停止あるいは運動の制止などが著明に減少した（図6）。

運動経路の安定性は、初診時と同様に垂直成分のSD/ODが正常範囲外にあり不安定だったが、開口時側方成分と閉口時側方成分の両SD/ODが正常範囲内にあり安定していた。一方、運動リズムの安定性は、閉口相時間、咬合相時間の両変動係数が正常範囲外にあり、不安定だったが、開口相時間、cycle timeの両変動係数が正常範囲内に回復し、初診時よりも安定していた（図7）。

バイトブレン療法後の咀嚼運動は、経路のパターン形成が改善され、正常者に近似するパターンに変化してきたために初診時よりもスムーズになり、リズムが回復してきたものと思われる。

3.1.3 レーザー療法7週間後の咀嚼運動

運動経路は、バイトブレン療法後よりもさらに安定し、各ストロークともにほぼ同じ経路をとった（図8）。

運動リズムの安定性は、各指標がいずれも正常範囲内に回復し、極めて安定していた（図9）。

レーザー療法後の咀嚼運動は、さらに経路のパターン形成が改善され、正常者のパターンに変化したためにバイトブレン療法後よりもさらにスムーズになり、経路、リズムともに正常範囲に回復したものと思われる。

3.2 顎関節音について

3.2.1 顎関節音の原波形

顎関節音の原波形は、初診時、バイトブレン療法後（レーザー療法開始前）、レーザー療法開始2日後、4日後、6日後、8日後では短周期の複数の振動波形を示し、各波形間に相違が認められなかった。3週間後、5週間後では短周期の振動波形の減少が認められ、7週間後では短周期の振動波形が消失し（図10）、正常者の原波形に近似した。

3.2.2 パワースペクトルのパターン

パワースペクトルのパターンは、初診時、バイトブレン療法後、レーザー療法開始2日後、4日後、6日後、8日後、3週間後では、100 Hz以上の周波数帯域でも周波数成分の強調がみられ、100 Hz以下の成分が多く、100 Hz以上の成分が周波数値の増加にともない徐々に減少する同一パターンを呈した。しかしながら、治療経過とともに100 Hz以上の周波数成分が減少し、5週間後ではそれがほとんど消失し、7週間後では正常者と同様に100 Hz以下に局限するパターンを示した（図11）。

100 Hz以上の周波数成分は初診時に対して治療経過とともに減少し、顎関節音のパワースペクトルのパターンに低域シフトが認められたが、これは顎関節雑音が残存しているものの、音の性状がレーザー療法により変化したことを示すものと考えられる。そこで、この顎関節音の性状の変化を累積80%周波数値を用いて定量的に観察してみた。

3.2.3 累積80%周波数値

初診時、バイトブレン療法後、レーザー療法開始2日後、4日後、6日後、8日後、3週間後、5週間後、7週間後における顎関節音のパワースペクトルから算出した累積80%周波数値は、治療の経過とともに徐々に小さくなり、7週間後に正常範囲内に回復した（図12）。このことは、治療経過における顎関節音の性状の変化が累積80%周波数値を用いて観察することにより、より明確になったことを示しており、累積80%周波数値が顎関節音の診断の定量的評価のみならず、治療経過の判定にとっても有効な指標になる可能性を示唆するものと考えられる。

以上のことから、低出力ダイオードレーザーが、保存可逆的療法で顎関節雑音に著効が認められなかった顎関節症患者に対して有効な治療

図10. 顎関節音の原波形

図11. 顎関節音のパワースペクトル

法の1つになる可能性が示唆された。

4. 結論

4.1 咀嚼運動

4.1.1 初診時の咀嚼運動

初診時の咀嚼運動は、運動経路では咬合位付近の咀嚼幅が大きく、開口するにしたがって咀嚼幅が著明に減少する特異的パターンを呈していた。また、運動経路の安定性では比較的安定していたが、運動リズムの安定性では各指標値がいずれも正常範囲外にあり、極めて不安定だった。

4.1.2 バイトブレーン療法後の咀嚼運動

バイトブレーン療法後の咀嚼運動は、運動経路では初診時とは明らかに異なり、非作業側へ開口後、作業側へ向かい、その後中心咬合位へ

図12. 顎関節音の累積80%周波数値

convexを呈して戻るパターンを呈した。また、運動経路の安定性では初診時と同様だったが、運動リズムの安定性では閉口相時間、咬合相時間の両変動係数が正常範囲外にあり、不安定であったものの、開口相時間、cycle timeの両変

動係数が正常範囲内に回復し、初診時よりも安定した。

4.1.3 レーザー療法7週間後の咀嚼運動

レーザー療法7週間後の咀嚼運動は、運動経路ではバイトブレン療法後よりもさらに安定し、各ストロークともにほぼ同じ経路をとった。また、運動経路と運動リズムの安定性では各指標がいずれも正常範囲内に回復し、極めて安定した。

4.2 顎関節音

4.2.1 顎関節音の原波形

顎関節音の原波形は、初診時、バイトブレン療法後（レーザー療法開始前）、レーザー療法開始2日後、4日後、6日後、8日後では短周期の複数の振動波形を示し、各波形間に相違が認められなかった。3週間後、5週間後では短周期の振動波形の減少が認められ、7週間後では短周期の振動波形が消失し、正常者の原波形に近似した。

4.2.2 パワースペクトルのパターン

パワースペクトルのパターンは、初診時、バイトブレン療法後、レーザー療法開始2日後、4日後、6日後、8日後、3週間後では、100 Hz以上の周波数帯域でも周波数成分の強調がみられたが、治療経過とともに100 Hz以上の周波数成分が減少し、5週間後ではほとんど消失し、7週間後では正常者と同様に100Hz以下に限局するパターンを示した。

4.2.3 累積80%周波数値

初診時、バイトブレン療法後、レーザー療法開始2日後、4日後、6日後、8日後、3週間後、5週間後、7週間後における顎関節音のパワースペクトルから算出した累積80%周波数値は、治療の経過とともに徐々に小さくなり、7週間後に正常範囲に回復した。以上のことから、低出力ダイオードレーザーが、保存可逆的療法で顎関節雑音に著効が認められなかった顎関節症患者に対して有効な治療法の1つになる可能性が示唆された。

5. 文献

1)佐藤哲郎, 小林義典: 咀嚼系機能障害に対するMichigan型全歯列接触型bite planeの応用

方法に関する臨床的研究, 歯学, 75:818-864, 1987.

2)秋山仁志, 志賀博, 佐藤哲郎, 小林義典: 顎関節音に関する臨床的研究, 第1報分析方法について, 歯学, 76:218-219, 1988.

3)秋山仁志, 志賀博, 石原裕之, 小林義典: 顎関節音に関する臨床的研究, 第3報正常者における顎関節音のパワースペクトル分析について, 歯学, 76:851-852, 1988.

4)秋山仁志, 志賀博, 小林義典: 顎関節音に関する臨床的研究, 第4報正常者と咀嚼系機能障害患者のパワースペクトル分析による比較, 第1回日本顎関節学会総会講演抄録集, 63頁, 1988.

5)志賀博, 芳賀景嗣, 秋山仁志, 小林義典: 顎関節音に関する臨床的研究, 第7報周波数分析による顎関節音の定量的評価法, 下顎運動機能とEMG論文集, 第7輯, 125-130頁, 顎口腔機能研究会, 長崎, 1988.

6)志賀博, 林清平, 浜中秀由喜, 小林義典: 下顎運動記録装置とパーソナル・コンピュータにより構成した下顎運動自動分析システム, 下顎運動機能とEMG論文集, 第5輯, 175-180頁, 顎口腔機能研究会, 新潟, 1987.