咬合音による早期接触歯の同定

第2報 全部床義歯模型における可能性の検討

野口 志朗 羽田 勝 高津 佳彦 宮本 雅司
 大山 高志 根東 正樹 江上 均 松本 直之

Identification of Prematured Contact Tooth with Occlusal Sound

Part 2. Examination of Possibility on Model Survey of Complete Denture

Shiro Noguchi, Masaru Hada, Yoshihiko Takatsu, Masashi Miyamoto,
 Takashi Oyama, Masaki Kondo, Hitoshi Egami, Naoyuki Matsumoto

緒 言

実験方法

有歯顎に限らず、全部床義歯においても、咬合音を測定することは、咬合診断の一助として、また、維持・安定の評価法の一つとして有効であり、多くの研究者達によっても、その妥当性が証明されている¹⁻⁶⁾。

しかし、これらの測定法で知り得ることは、口腔内に咬合異常が存在するか否かであり、その原因となる早期接触がどの歯で起きているかについては、直接、口腔内で咬合紙を噛ませて印記するか、または、チェックバイトによって咬合器装着した模型上で印記するかの、いずれかの方法をとらざるを得ないのが現状である。

著者らはすでに、本研究の第1報において有歯顎ヒト乾燥頭蓋をモデルとした基礎実験を行い、振動波の同時多数点測定法を応用することにより、頭蓋上の4測定点における咬合音到達時刻から早期接触歯の座標が算定できることを報告した⁷⁾。

そこで今回は、同様の測定原理が全部床義歯の場合にも有効であるか否かを知るために、無歯顎ヒト乾燥頭蓋上に全部床義歯を作製し、このモデル上で第1報と同様の実験を行ったところ、興味ある結果が得られたので、ここに報告する。

1. 全部床義歯の作製と装着

上顎全部床義歯は、モデルとした無歯顎ヒト乾燥頭蓋の上顎部をシリコン印象材で印象し、通法に従って模型製作、人工歯排列を行い、加熱重合レジンを用いて作製した。

乾燥頭蓋への上顎義歯の装着に際しては、義歯床下の粘膜に相当する部分を約1mm厚のシリコン印象材で被覆し、人工粘膜とするとともに、無歯顎乾燥頭蓋上での上顎義歯の維持安定を図った(図1)。

2. 標点の計測

乾燥頭蓋上の上顎義歯人工歯上の打診点の座標値と左右側眼窩下部および頬骨弓上に設定した咬合音測定点の座標値は、第1報と同様に本実験用に改造した Face bow を用いて記録し、三次元読取顕微鏡を用いて計測した。

なお、座標系の設定は、第1報に準じた。すなわち、1|1 近心隣接面中間点を原点とし、矢状方向に X 軸、前頭面方向に Y 軸、上下方向に Z 軸とした。また、X 軸は前歯部から臼歯方向が正、Y 軸は歯列弓正中線より右側方向が正、左側方向が負、Z 軸は咬合平面より上方が正、下方が負と定めた。

徳島大学歯学部歯科補綴学第1講座(主任:松本直之教授)
 Department of Prosthetic Dentistry, Tokushima University School of Dentistry (Chief: Prof. Naoyuki Matsumoto)

昭和58年5月9日受付

図1 乾燥頭蓋と上顎全部床義歯

3. 咬合音の測定

第1報と同じく、不要な振動を吸収させるために、砂の入った容器内へ義歯床咬合面が水平になるように乾燥頭蓋を固定したあと、上顎人工歯上にマークした各打診点（前歯は切縁中央部、臼歯は近心頬側咬頭頂）をピンセットではぼ垂直的に打診し、早期接触の発生とした。

打診音は、乾燥頭蓋上の左右側眼窩下部および頬骨弓部の4カ所に設置した圧電型加速度ピックアップ（リオン社：PV-90A）で採得し、加速度振動計（リオン社：VM-27）で増幅したあと、1 μ sec. のサンプリング間隔でデジタルメモリー（岩通社：DM-7100）に記録した。また、打診音と同時に打診時刻を記録するために、第1報と同様の電氣的なスイッチを上顎義歯人工歯と打診用ピンセットの間で構成し、打診時に発生する信号をデジタルメモリーに記録した。

デジタルメモリーの記録データは、GP-IB を介して、データ処理装置（HP 社：HP-85F）に取り込み、打診時点、各測定点に打診音が到達した時刻および伝達に要した時間すなわち、咬合音伝達時間を求めた（図2）。

4. 打診歯座標値の算定

以上の計測によって得られた各打診点および測定点の座標値、ならびに、その座標値より算出した咬合音伝達距離を咬合音伝達時間で除した咬合音伝達速度、および、咬合音到達時刻の各データを、第1報で示した早期接触歯の座標を求めるための方程式

図2 実験装置のブロックダイアグラム

$$(X-X_i)^2+(Y-Y_i)^2+(Z-Z_i)^2=V_i^2(t_i-t)^2$$

X, Y, Z : 早期接触歯の座標

X_i, Y_i, Z_i : 咬合音測定点の座標

V_i : 咬合音伝達速度

t_i : 咬合音の到達時刻

t : 早期接触の発生時刻

に代入し、演算をくり返すことによって、打診歯の3次元座標値を求めるとともに、打診時刻を算定した。

実験結果

1. 標点の計測結果

乾燥頭蓋上の上顎義歯に設けた各人工歯上の打診点、ならびに各咬合音測定点の座標値を表1に、咬合音伝達経路の直線距離を表2に示した。

その結果、打診点から各測定点までの空間的な最短伝達距離は、眼窩下部、頬骨弓部ともに打診歯と同側の測定点には短く、また打診側では、打診歯が前歯部から臼歯部に向かうにつれてともに減少していた。

2. 咬合音の測定結果

i) 咬合音伝達速度の測定結果

上顎義歯人工歯上の各打診点から各測定点までの咬合音伝達時間を表3に示し、咬合音伝達速度については、その結果を表4に示した。

表 1 人工歯および咬合音測定点の座標値

	X座標	Y座標	Z座標
[7]	34.39	-25.69	0.01
[6]	25.04	-23.30	0.06
[5]	19.89	-21.34	-0.25
[4]	13.35	-18.91	0.21
[3]	7.58	-14.81	1.18
[2]	3.01	-10.52	0.83
[1]	0.20	-3.82	0.01
[1]	-0.20	3.81	-0.02
[2]	2.47	10.36	0.42
[3]	6.31	16.11	-0.05
[4]	12.30	20.53	0.09
[5]	17.93	22.77	-0.39
[6]	23.73	24.60	0.03
[7]	33.36	25.68	0.00
左頬骨弓部	77.18	-64.88	35.57
左眼窩下部	27.75	-39.64	36.60
右眼窩下部	25.53	40.57	37.67
右頬骨弓部	72.83	64.72	31.18

単位 (mm)

表 2 人工歯から咬合音測定点までの咬合音伝達距離

	左頬骨弓部	左眼窩下部	右眼窩下部	右頬骨弓部
[7]	68.05	39.72	76.73	103.07
[6]	75.55	40.11	74.12	104.88
[5]	80.38	41.89	72.82	105.81
[4]	86.24	44.28	71.34	107.20
[3]	92.37	47.72	68.71	107.15
[2]	98.30	52.34	66.89	107.04
[1]	104.49	58.15	63.49	104.61
[1]	109.41	63.32	58.60	100.09
[2]	111.71	66.70	53.22	94.08
[3]	113.35	70.07	48.89	88.10
[4]	112.97	72.06	44.60	81.14
[5]	111.74	73.21	42.70	75.96
[6]	110.11	74.02	40.93	70.65
[7]	106.70	75.08	41.26	63.67

単位 (mm)

咬合音伝達時間を打診側と非打診側とで比較すると、1 2 3 の場合の頬骨弓部でみられる例外的な場合を除いて、おおむね打診側の測定点には短時間で到達し、非打診側の測定点には、遅れて到達していた。また、打診側の測定点については、眼窩下部に最も早く到達し、頬骨弓部には遅れて到達していた。

咬合音伝導速度については、各打診点ならびに各測定点との間になら特定の傾向は認められず、655.59 m/

表 3 人工歯から咬合音測定点までの咬合音伝達時間

	左頬骨弓部	左眼窩下部	右眼窩下部	右頬骨弓部
[7]	81.73	41.82	82.09	90.27
[6]	81.75	59.25	90.92	104.33
[5]	72.46	49.69	80.62	96.00
[4]	77.55	66.73	76.09	89.27
[3]	91.83	67.17	80.50	89.00
[2]	95.36	68.82	82.00	92.55
[1]	93.63	71.82	73.36	87.36
[1]	111.50	86.90	80.40	103.60
[2]	104.30	87.50	71.60	99.60
[3]	107.22	92.44	67.44	102.33
[4]	92.60	87.40	57.60	77.30
[5]	121.44	111.67	64.67	97.33
[6]	98.09	83.36	52.09	78.55
[7]	115.70	97.60	55.00	88.00

単位 (μ sec.)

sec. から 1219.98 m/sec. の広い範囲に及び、平均 975.43 m/sec. であった。

ii) 咬合音到達時刻の測定結果

各測定点に打診音が到達した時刻を咬合音到達時刻として求め、その値を表 5 に示した。その結果、打診音は、左右側眼窩下部を比較した場合、常に打診側に最初に到達し、非打診側には、遅れて到達していた。また、打診側の眼窩下部と頬骨弓部との比較では、常に眼窩下部に早く到達していたが、その差は、前歯あるいは臼歯といった部位による特定の傾向がみうけられなかった。

3. 打診点座標値の算定結果

前述の早期接触歯同定のための計算式に測定値を代入し、演算をくり返すことによって求めた打診点の三次元座標値、ならびに、この値と模型計測で得られている各打診点の座標の実測値との誤差、および打診時刻の算定結果を表 6 に示した。

各打診点の座標の算出値と実測値との誤差は、その絶対値で、X 座標は平均 0.849 mm、Y 座標は平均 0.159 mm、Z 座標は平均 0.505 mm であった。なお、打診時刻の負号は、打診時点が最初に打診音が観察された時点よりも先行していることを示している。

考 察

1. 咬合音伝導速度について

第 1 報の有歯顎ヒト乾燥頭蓋上における実験成績と同

表 4 人工歯から咬合音測定点までの咬合音伝導速度

	左頬骨弓部	左眼窩下部	右眼窩下部	右頬骨弓部	総平均速度
[7]	832.62	949.79	934.71	1141.80	975.43 ±209.32
[6]	924.16	676.96	815.22	1005.27	
[5]	1109.30	843.03	903.25	1102.19	
[4]	1112.06	663.57	937.57	1200.85	
[3]	1005.88	710.44	853.54	1203.93	
[2]	1030.83	760.54	815.73	1156.56	
[1]	1115.99	809.66	865.46	1197.46	
[1]	981.26	728.65	728.86	966.12	
[2]	1071.05	762.29	743.30	944.58	
[3]	1057.17	758.01	724.94	860.94	
[4]	1219.98	824.49	774.31	1049.68	
[5]	920.13	655.59	660.28	780.44	
[6]	1122.54	887.96	785.76	899.43	
[7]	922.21	769.26	750.18	723.52	

単位 (m/sec.)

表 5 咬合音測定点における咬合音到達時刻

	左頬骨弓部	左眼窩下部	右眼窩下部	右頬骨弓部
[7]	39.91	0.00	40.27	48.45
[6]	22.50	0.00	31.67	45.08
[5]	22.77	0.00	30.93	46.31
[4]	10.82	0.00	9.36	22.54
[3]	24.66	0.00	13.33	21.83
[2]	26.54	0.00	13.18	23.73
[1]	21.81	0.00	1.54	15.54
[1]	31.10	6.50	0.00	23.20
[2]	32.70	15.90	0.00	28.00
[3]	39.78	25.00	0.00	34.89
[4]	35.00	29.80	0.00	19.70
[5]	56.77	47.00	0.00	32.66
[6]	46.00	31.27	0.00	26.46
[7]	60.70	42.60	0.00	33.00

単位 (μsec.)

様に、無歯顎ヒト乾燥頭蓋上に装着した全部床義歯の場合の咬合音伝導速度についても、各打診点と測定点との間にはなんら特定の傾向は認められず、655.59 m/sec. から 1219.98 m/sec. までの広い範囲に及び、平均 975.43 m/sec. であった。しかし、この咬合音伝導速度は、第1報の有歯顎ヒト乾燥頭蓋の咬合音伝導速度が 332.06 m/sec. から 946.33 m/sec. の範囲で平均 646.32 m/sec. であったのと比較すると、総体的に速くなっている。

そこで、有歯顎と全部床義歯との間に伝導速度に差が生じた原因を明らかにするために、有歯顎のデータと本実験のデータを基に、打診点から各測定点までの伝達距離、伝達時間および伝導速度を、各測定点について打診側になった場合と非打診側になった場合とに分けて求め、表7に示した。

この表から、伝達距離は、有歯顎と全部床義歯との間に有意な差が認められないが、伝達時間は打診側眼窩下部の場合を外いて有歯顎よりも全部床義歯のほうが短くなり、その結果、伝導速度が速くなっていた。

これは、有歯顎では振動が、歯から直ちに骨を介して伝達されていくのに対して、全部床義歯では、人工歯からレジン床を経て、その後に骨を伝導するようになり、特に非打診側測定点には、骨よりも伝導速度の速いレジン床を介して伝達されることになるため、結果的に、有歯顎よりも全部床義歯の伝導速度が速くなったものと考えられる。

2. 咬合音到達時刻について
第1報の有歯顎の場合と同様に全部床義歯においても、打診音は常に打診側眼窩下部測定点に最初に到達し、非打診側の眼窩下部には、遅れて到達していた。したがって、左右側眼窩下部への打診音の到達時刻を比較することにより、打診歯の存在する側を判別することは可能である。

2. 咬合音到達時刻について

しかし、有歯顎の場合と比較して義歯の場合は、打診側と非打診側との間の到達時刻の差は小さく、また、打診歯の前後的な位置の判別を可能にするような傾向も見受けられなかった。これは、床義歯では、人工歯を打診しても床全体が一塊として振動するようになるため、振動源がみかけ上拡散することになり、部位の判別を困難

表 6 打診歯座標と打診時刻の算定結果および打診歯実測値と算定結果の誤差

	X座標	誤 差	Y座標	誤 差	Z座標	誤 差	打診時刻
[7]	34.26	0.13	-25.77	0.08	-0.21	0.22	-41.97
[6]	25.03	0.01	-23.30	0.00	0.04	0.02	-59.29
[5]	19.80	0.09	-21.36	0.02	-0.34	0.09	-49.79
[4]	13.33	0.02	-18.94	0.03	0.15	0.06	-66.76
[3]	9.04	-1.46	-14.46	-0.35	0.21	0.97	-66.29
[2]	5.61	-2.60	-10.10	-0.42	1.54	-0.71	-66.90
[1]	-1.41	1.61	-3.93	0.11	-0.35	0.36	-72.94
1]	-2.80	2.60	3.85	-0.04	-0.72	0.70	-82.58
2]	2.04	0.43	10.39	-0.03	0.37	0.05	-71.90
3]	6.14	0.17	16.14	-0.03	-0.15	0.10	-67.62
4]	12.47	-0.17	20.46	0.07	0.23	-0.14	-57.44
5]	17.33	0.60	22.99	-0.22	-0.89	0.50	-65.40
6]	22.56	1.17	25.05	-0.45	-1.80	1.83	-53.33
7]	32.53	0.83	26.06	-0.38	-1.32	1.32	-56.24
平均		0.849		0.159		0.505	
標準偏差		0.913		0.168		0.550	

単位 (mm) 単位 (μsec.)

表 7 有歯顎および全部床義歯モデル実験における伝達距離、伝達時間および伝導速度の比較

部 位	伝 達 距 離			伝 達 時 間			伝 導 速 度		
	有歯顎	全部床	差	有歯顎	全部床	差	有歯顎	全部床	差
打 診 側									
頬骨弓部	84.97	84.22	-0.75	141.74	88.64	-53.10*	623.02	953.97	330.95*
眼窩下部	49.79	46.74	-3.05	69.98	62.44	- 7.54	734.90	755.83	20.93
非打診側									
眼窩下部	72.92	70.61	-2.31	146.46	86.60	-59.86*	521.58	822.27	330.69*
頬骨弓部	110.52	108.27	-2.25	160.40	99.97	-60.43*	705.57	1093.03	387.46*

単位 (mm.)

単位 (μsec.)

単位 (m/sec.)

* 1%危険率で有意差あり

図 3 打診歯打診点と算定結果

- 打診点
- + 算定結果

にしているものと思われる。

3. 打診点座標値の算定結果について

本研究の位置決定手法に基づいて算定した打診点の座

標値と実測値との間の差は、全打診点について、最小 0.00 mm, 最大 2.60 mm, 絶対値の平均値で、X軸 0.849 mm Y軸 0.159 mm, Z軸 0.505 mm であった。

この誤差は、有歯顎の場合よりも大きく、また、歯列の上下、近遠心方向 (Z, X 軸) で大きく、左右方向 (Y 軸) で最小であった。これは、有歯顎の場合と同様、各測定点の位置が上顎歯列弓よりも上方、かつ、後方に位置するのに対して、水平的には、左右測定点の中間に歯列弓が位置するという打診点と測定点の位置関係の差に起因するものと考えられる。

しかし、歯列弓上での早期接触歯の位置を判別するには、通常、近遠心方向 (X軸) および左右側方向 (Y軸) の情報があれば十分可能であり、また、図 3 に示したように、位置差の大きい [2] を除いて、打診点の計算値は、ほぼ人工歯歯冠内にあり、臨床上特に早期接触歯の判別が不可能な程の誤差とは考えられなかった。

いずれにせよ、全部床義歯症例においても、有歯顎の

場合と同様に、同時多数点測定に基づく震源位置決定の手法を応用すれば頭蓋上の4測定点における咬合音到達時刻から、打診歯の座標を臨床上許容できる誤差範囲内で算定できることが明らかになった。

4. 本法を臨床に応用する場合の問題点について

臨床では、咬合音を発生させる場合、普通、空口時での開閉運動か、Tapping運動を用いることが多い。しかし、習慣的閉口路は、大体において同一の経路をとるが毎回少しずつ異なっており、直接咬頭嵌合位に終わる例は少なく、多くは咬頭嵌合位以外の位置から滑走したのち咬頭嵌合位に達する⁸⁻¹¹⁾といわれている。同様にTapping運動についても、有歯顎、無歯顎をとわず、そのポイントは前後、側方にバラツキのあることが数多く報告されている¹²⁻¹⁵⁾。さらに、無歯顎では、義歯床下粘膜の被圧縮度の相違などにより義歯は咬合圧によって複雑な動揺を示すことが知られている¹⁶⁻²⁰⁾。

これらの事実を考えると、当然義歯装着者の開閉運動やTapping運動では、咬合毎に上下顎歯の人工歯は常に異なった位置で咬合接触するようになる可能性が大きい。もしも、このような可能性が現実のものとなれば、1回の咬合で得られる咬合音波形から算定した早期接触歯は、咬合毎に毎回異なった部位を算定する可能性がでてくる。そのため、このような場合、1回毎の咬合について早期接触歯を算定し、算定頻度の最も高いものを早期接触の該当歯とするか、あるいは、多数回の咬合音の測定から平均値を求め、それを基に早期接触歯の座標を、算定するか、いずれかの方法がとられなければならないであろう。

いずれの方法をとるにしろ、実際の臨床応用では、多数回の測定を行う必要があることには間違いないので、今後さらに検討を加え、臨床応用の可能性をより確かなものにしたいと考えている。

総 括

第1報の有歯顎ヒト乾燥頭蓋をモデルとした基礎実験に続いて、無歯顎ヒト乾燥頭蓋をモデルとした全部床義歯の場合にも、咬合音の同時多数点測定法による早期接触歯同定の可能性が存在するか否かを検索したところ、つぎのような結果が得られた。

1. 左右側眼窩下部への咬合音到達時刻を比較することによって、早期接触歯が左右側のいずれにあるかが鑑別可能であった。

2. 頭蓋上の4測定点における咬合音到達時刻と本研究における解析方法を応用すれば、全部床義歯の場合にも、有歯顎の場合と同様に早期接触歯の座標を臨床上許容可能な誤差範囲内で算定可能であった。

文 献

- 1) 石原正道：総義歯の維持安定に関する振動学的研究，歯学，60：236～271，1972。
- 2) 岡野元昭：総義歯の振動に関する三次元的研究，歯学，62：774～806，1974。
- 3) 小林八州男：Over dentureの振動に関する臨床的研究，歯学，64：546～588，1976。
- 4) 中野香津雄：総義歯の維持安定に関する振動ならびに筋電図学的研究，歯学，64：1141～1177，1977。
- 5) 馬場 正：Overdentureの安定性に関する基礎的および臨床的研究，歯学，68：595～618，1980。
- 6) 田中良種：デンタル・サウンド・チェッカーの利用について，日本歯科評論，469：69～77，1981。
- 7) 羽田 勝，他：咬合音による早期接触歯の同定，第1報 模型実験による可能性の検討，補綴誌，26(4)：161～167，1982。
- 8) 佐久間孔毅：マルチフラッシュ装置による有歯顎の前後および開閉運動の研究，口病誌，26(3)：1511～1536，1959。
- 9) 末次恒夫：マルチフラッシュ装置による無歯顎の前後、開閉運動並びに下顎位の研究，補綴誌，5(2)：1～39，1961。
- 10) 根本一男：有歯顎の下顎切歯点における3次元運動限界の研究，補綴誌，6(1)：1～40，1962。
- 11) 川口豊造：電気的測定装置による習慣的閉口運動および嚥下運動時の歯牙接触位に関する研究，補綴誌，12(2)：184～209，1968。
- 12) 鶴養 弘：咬合高径の変化によって現われる口内法描記板上の各運動路の変化について，補綴誌，5(1)：52～57，1961。
- 13) 雨宮幸三，他：無歯顎のGothic Arch ApexとTapping Pointの相互的観察，歯科医学，33(2)：289～299，1970。
- 14) 丸山雅昭：種々な下顎位における下顎の急速反復開閉運動に関する研究，補綴誌，17：308～332，1973。
- 15) 佐藤憲男：運動の巧みさからみた下顎位の機能的検索，補綴誌，20(4)：196～216，1976。
- 16) 内山洋一：下顎運動時における全部床義歯の動揺について，第1報 頭部X線規格写真による研究，補綴誌，9：40～63，1965。
- 17) 内山洋一：下顎運動時における全部床義歯の動揺につい

- て, 第 2 報 電氣的記録装置による研究, 補綴誌, 9 : 64~82, 1965.
- 18) 吉本博昭: 全部床義歯の動揺に及ぼす床外形の影響に関する研究, 阪大歯学誌, 11 : 55~70, 1966.
- 19) 藤原 顕: 下顎総義歯の歯肉部形態とその安定性との相互関係に関する研究, 補綴誌, 14 (2) : 27~37, 1970.
- 20) 久保雅彦, 他: MKG による下顎義歯の動揺の評価法に関する新考案, 補綴誌, 25 (4) : 114~118, 1981.