アマルガム修復物におよぼす填塞圧の影響

第1報 填塞力の測定

九州歯科大学保存学第1講座 (主任: 長野三代太教授)

小 川 孝 雄・大 木 達 雄・長 野 三代太

九州歯科大学歯科理工学講座 (主任: 林 一郎教授)

小 園 凱 夫

昭和55年11月21日受付

Effect of Packing Pressure on Amalgam Restoration

Part 1 Measurement of Packing Force

Takao Ogawa, Tatsuo Ooki and Miyota Nagano

Department of Operative Dentistry (Chief: Prof. Miyota Nagano)

Yoshio Kozono

Department of Materials Science (Chief: Prof. Ichiro Hayashi)

Kyushu Dental College, Kitakyushu, Japan

It is well known that the packing pressure affects some physical properties of dental amalgam. In the present report, the packing force of amalgam was measured for four kinds of alloys using a manikin in order to find out the actual effect of the packing pressure. Class I cavities were prepared on upper and lower central incisors, first premolars and second molars of each side. The force was detected through a load sensor combined with a usual amalgam packer of 1.4mm in head diameter. The operator worked in his standing or sitting posture. Mirror technic was also examined.

Highly significant differences in packing force were found among materials employed. The differences seem to be mainly dependent upon the original shape of γ alloy particle, and not upon the alloy system: the conventional or high-copper. Spherical type amalgams exhibited less than half the packing force for lathe cut type ones.

The pressure converted from the latter was approximately the same as the static pressure specified in ADAS to prepare the specimen for most of the physical tests.

No differences in packing force could be detected statistically among teeth locations prepared, between standing and sitting postures of the operator, or between normal and mirror technics, indicating that the easiest packing method for the operator will do at any location so long as the packing force is concerned.

結 言

今日の歯科診療体系は立位から座位へ、また直視から鏡視へと大きく変わりつつある。これにともないアマルガム修復においても座位、鏡視による填塞が行われるようになった。

現在アマルガムに関する一般的な試験は、ADAS No. 1の規定にしたがって行われている場合が多く、この試験片は練和後金型中で、17.92kgの静水圧を付加することにより作製されている。

しかし臨床におけるアマルガム充填は、充填器により繰り返し動的荷重をかけて行うため、ADASによる試験片作製時の加圧方法と臨床におけるそれとは大きく異なっている。また、アマルガムの種類あるいはメーカーの違いによって練和物のコンシステンシは異っており、口腔内で適正な修復をするための填塞圧もそれぞれ異ってくるものと思われる。臨床的な填塞圧の測定については、従来型アマルガムを用いた2, 3の報告がある¹⁻³⁾。

本報では、従来型アマルガムと削片状ならびに球状の高銅型アマルガムを用いて、合金の種類、術者の姿勢、填塞部位、テクニック(直視と鏡視)の各因子がどの程度填塞圧に影響を与えるかを分析した。

実験材料と方法

実験に使用したアマルガムは従来型で削片状の Luna Alloy (以下Lと略す)、従来型球状の Hi Atomic M (以下Hと略す)、高銅型で削片状 Ag₃Sn 合金に Ag-Cu 共晶球状合金を添加した Dispersalloy (以下Dと略す)、高銅型 Ag-Sn-Cu 三元合金で球状型の Dialloy (以下Diと略す)の4種類である。各材料とも付属のディスペンサを用いて合金、水銀量を計量し、アマルガムミキサ(HIMIX VS-II, G-C社製)で指定時間練和した。填塞には填塞力を自動的に測定できるように著者

らが開発した充填器を用いた(図1)。この充填器の頭部は臨床で通常使用されている直径1.4mmのもので、填塞力はこの上に組み込んだ小型荷重変換器(LM-5 KA, 共和電業KK製)から Dynamic Strain Amplifier (MD-6 E-F, Toyo Baldwin 社製)を通して、Pen Recorder (VP-6531A, 松下電器産業KK製)のチャート上に記録できるようにした。

填塞はあらかじめI級窩洞を形成しておいたレジン歯(上下顎中切歯舌面, 第1小白歯咬合面, 第2大臼歯咬合面)をマネキンの口腔内に装着し、臨床的用法にしたがって行った。術者の姿勢は座位と立位で、下顎はいずれも直視, 上顎のみ鏡視による填塞をも行い直視の場合と比較した。実験は各材料とも4回繰り返し行った。

実 験 結 果

チャート紙上に記録された填塞力の例を図2に示した。填塞初期と末期の小さなピークは窩洞内のアマルガム泥をならすための操作によってえられたものであるから、これらを除き、填塞に有効であったものだけをとって平均填塞力を求めた。各材料における姿勢、部位、テクニック(直視と鏡視)の違いによる頭部径1.4mmの充填器を用いた場合の填塞力の結果を表1~4, 図3, 4に示した。

表5は材料、術者の姿勢、填塞部位を因子として平均填塞力の三元配置分散分析を行った結果である。材料間に高度の有意差がみられたほかは、いずれの因子間にも

図1 充 填 器

図2 チャート記録例

表1 従来型削片状アマルガムLにおける平均填塞力 (kg)

	7	4	1	1	4	7	平均
座位直視	2.08	2.32	1.85	1.81	2.24	1.96	2.04
鏡視	2.06	2.12	1.72	1.98	2.21	2.04	2.02
立位直視	2.17	2.22	2.03	2.16	2.18	2.02	2.13
	7	4	1	1	4	7	
座位直視	2.12	2.16	2.10	2.18	2.40	2.06	2.17
立位直視	2.29	2.33	2.13	2.19	2.35	2.07	2.23

表2 従来型球状アマルガムHにおける平均填塞力 (kg)

	7	4	1	1	4	7	平均
座位直視	0.79	0.83	0.70	0.73	0.76	0.83	0.77
鏡視	0.84	0.69	0.64	0.65	0.89	0.87	0.76
立位直視	1.10	0.86	0.76	0.68	0.92	0.85	0.86
	7	4	1	1	4	7	
座位直視	0.84	0.89	0.84	0.85	0.69	0.78	0.81
立位直視	0.98	0.89	0.80	0.93	0.94	0.88	0.90

表3 高銅型削片状アマルガムDにおける平均填塞力 (kg)

	7	4	1	1	4	7	平均
座位直視	2.26	2.21	2.05	1.99	2.23	2.14	2.15
鏡視	2.13	2.08	2.19	2.10	2.14	2.04	2.11
立位直視	2.12	2.36	1.96	2.01	2.19	2.12	2.13
	7	4	1	1	4	7	
座位直視	2.14	2.25	2.27	2.16	2.27	2.04	2.19
立位直視	2.16	2.11	2.27	2.31	2.31	2.17	2.22

表4 高銅型球状アマルガムDiにおける平均填塞力 (kg)

	7	4	1	1	4	7	平均
座位直視	1.02	1.02	0.88	0.79	0.74	0.80	0.88
鏡視	0.86	0.73	0.76	0.77	0.93	0.87	0.82
立位直視	0.76	0.86	0.75	0.84	0.90	0.95	0.84
	7	4	1	1	4	7	
座位直視	0.90	0.98	0.89	0.88	0.98	1.13	0.96
立位直視	1.00	0.75	0.99	0.88	0.88	0.87	0.90

図3 平均填塞力 (上顎)

図4 平均填塞力 (下顎)

表5 平均填塞力の三元配置分散分析

要 因	S	f	S/f	F
主 効 果				
A (材料)	1579895	3	526632	122.586**
B (部位)	6182	11	562	0.131
C (姿勢)	1972	1	1972	0.459
二因子交互作用				
A × B	27575	33	836	0.195
A × C	1305	3	435	0.101
B × C	13231	11	1203	0.280
三因子交互作用				
A × B × C	80	33	2	0.001
誤 差	1237242	288	4296	—
計	2867482	383	—	—

表6 材料間の有意差の検定

L	2.14	—	判定水準 0.19 ($\alpha=0.05$) 0.24 ($\alpha=0.01$)	
H	0.84	1.30**	—	
D	2.17	0.03	1.33**	—
Di	0.89	1.25**	0.05	1.28**
	L	H	D	Di

有意差は認められなかった。有意となった各材料間の平均填塞力の差を検定した結果が表6である。従来型削片状アマルガムLと高銅型削片状アマルガムDとの間、あるいは従来型球状アマルガムHと高銅型球状アマルガムDiとの間にも有意の差はみられなかった。アマルガムL, DはH, Diに比べて2倍以上の高い填塞力を示し、両者間の差は高度に有意であった(図3, 4)。術者の姿勢の影響をみると、いずれの材料においても概して座位より立位のほうが填塞力が高いという傾向を示した(表1~4, 図3, 4)。しかし分散分析の結果では有意差は認められなかった。

部位別に填塞力をみると、表7, 図5に示すような結果がえられた。上顎では左右中切歯で低い傾向がみられ、下顎では右側中切歯、左側第2大臼歯で低く、左側第1小臼歯で高い傾向がみられた。また全体に下顎の方が高い傾向がみられたが、統計的には有意差は認められなかった。

テクニック(直視と鏡視)の違いによる填塞の結果を

表7 各材料の部位の違いによる填塞力

	(kg)						
	7	4	1	1	4	7	平均
L	2.10	2.22	1.87	1.98	2.21	2.01	2.06
H	0.91	0.79	0.70	0.69	0.86	0.85	0.80
D	2.17	2.22	2.07	2.03	2.19	2.10	2.13
Di	0.88	0.87	0.80	0.80	0.86	0.87	0.85
	7	4	1	1	4	7	
L	2.21	2.25	2.12	2.19	2.38	2.07	2.20
H	0.91	0.89	0.82	0.99	0.82	0.83	0.88
D	2.15	2.18	2.27	2.24	2.29	2.11	2.21
Di	0.95	0.87	0.84	0.88	0.93	1.00	0.93

図5 部位による填塞力の比較

表1~4, 図6に示した。全体に直視のほうが鏡視より高い填塞力となり、両填塞方法による全部位にわたる平均填塞力の差はアマルガムLで0.02kg, Hで0.01kg, Dで0.04kg, Diで0.06kgであった。高銅型アマルガムにおいてその差が大きくなったものの、各アマルガム別に行った分散分析の結果いずれのアマルガムにおいても直視と鏡視の間に有意な填塞力の差は認められなかった。

図6 直視と鏡視の比較

考 察

アマルガムの填塞圧は材料の違いによってもっとも大きな影響をうける。従来型アマルガムにおいては、永井ら³⁾の報告と同様、削片状合金の方が球状合金よりも大きな填塞圧を必要としており、削片状アマルガムLの平均填塞力は2.14kgで、球状アマルガムHにおける0.84kgの2倍以上の値を示した。また本実験に使用した高銅型アマルガムDの場合、削片状合金にAg-Cu球状合金を添加しているにもかかわらず平均填塞力は2.17kgで、従来型削片状アマルガムLとほぼ同じ填塞力であった。Ag-Sn-Cu三元合金で高銅型球状のDiも平均填塞力0.90kgでやはり従来型球状アマルガムHと同程度の填塞力であることがわかった。これらのことからアマルガムの填塞圧は従来型、高銅型を問わず、主として合金粒子の形状によって異なるものであり、高い填塞圧を示す削片状アマルガムと、低い填塞圧を示す球状アマルガムの2つのグループに分けることができる。

臨床では窩洞からアマルガム泥が溢出しない程度で可及的に大きな力を加えて填塞している。削片状アマルガムは練和泥の可塑性が低いために十分な填塞を行うには

大きな力を必要とする。しかし球状アマルガムは加圧時の流動性が大きく、窩洞細部に圧入されやすいと考えられる反面、アマルガム泥が窩洞から溢出しやすい。それを防ぐために填塞力を多少調整する必要があり、その結果球状アマルガムにおいては上記のような低い填塞力となったものと思われる。

本実験では頭部径1.4mmの充填器を用いているのでこれらの填塞力を応力値に換算するとアマルガムL, H, D, Diでそれぞれ1.39kg/mm², 0.55kg/mm², 1.41kg/mm², 0.58kg/mm²となる。削片状アマルガム2種の填塞圧は、ADASによる試験片作製時に加える静水圧1.43kg/mm²にほぼ一致している。これに対して球状アマルガムの場合にはこの40%程度という低い圧で窩洞に填塞していることになる。

姿勢の違いについては座位と立位の間に統計的に有意差は認められなかった(表5)。よって一般に立位の方が高い填塞圧をかけられるように思われているが、この結果から座位においてもほとんど填塞圧は低下しないことがわかった。

表5に示したように部位の違いについても統計的に有意差は認められなかった。Basker and Wilson (1968)²⁾、永井ら (1971)³⁾の報告でも部位による変化はほとんど認められないし、片寄ら (1963)¹⁾の報告でもI級窩洞ではほとんど差はない。本実験からは図5に示すように上顎ではフィンガーレストを確実に固定できる左右上顎第1小臼歯ではやや高く、切歯切端で固定する中切歯では低いような傾向がみられた。下顎では、著しい変化は認められなかったが、填塞圧の高い削片状アマルガム2種類では左側第1小臼歯で高く、左側第2大臼歯で低くなる傾向を示した。この場合も左側第1小臼歯では頬側にフィンガーレストを確保できるが、左側第2大臼歯では頬の妨害とフィンガーレストから充填器先端までの距離が長いこと不安定になっているものと思われる。

テクニック(直視と鏡視)の違いによる填塞圧はともにフィンガーレストが確実に固定できる左側上顎第1小臼歯でやや高く、逆にフィンガーレストの不安定な切歯切端で固定する中切歯及び頬の妨害とフィンガーレストから充填器先端までの距離が長くなる左側上顎第2大臼歯では低くなる傾向がみられたが、直視と鏡視の間には統計的に有意差は認められなかった。したがって填塞に際して術者は楽な状態すなわち鏡視で充填操作を行っても著しい填塞圧の低下を招かないことがわかった。

要 約

アマルガム修復時の填塞力に関して、材料、術者の姿勢、填塞部位、あるいはテクニック（直視と鏡視）の違いによる影響を調べて比較検討を行った。

材料間にのみ高度に有意な填塞圧の差がみられたが、その差は主として γ 合金粒子の形状に依存するもので、従来型、高銅型間には差を認めなかった。削片状 γ 合金から成る従来型ならびに高銅型アマルガム2種の填塞圧は ADAS による各種試験片作製時に加える静水圧 1.43 kg/mm^2 とほぼ同じであった。これに対し従来型ならびに高銅型球状アマルガムは、加圧時の流動性が大きく窩洞から溢出しやすいので溢出させないように、しかも

可及的に大きな力で填塞しなければならない。その値は、ADAS による静水圧のわずか40%前後という小さなものであった。

アマルガムの填塞圧に影響を与える因子は合金粒子の形状のみで、術者の姿勢、填塞部位、テクニック（直視と鏡視）の違いによる統計的に有意な影響はみられなかった。したがってアマルガムの填塞操作に際し、術者は疲れにくい楽な姿勢すなわち座位、鏡視で行っても立位、直視で行ってもほぼ同様の力でアマルガムが填塞されていることがわかった。

稿を終えるに臨み、本研究にご教示、ご校閲の労を賜りました林一郎教授に深く感謝いたします。

引 用 文 献

- 1) 片寄恒雄・服部礼子・他：乳歯におけるアマルガム充填の臨床的研究：1. 填塞について，日歯保誌 5：131—139, 1963.
- 2) Basker, R.M. and Wilson, H.J. : Condensation of amalgam. The clinical measurement of forces and rates of packing, Brit. Dent. J. 124 : 451—455, 1968.
- 3) Nagai, K., Ohashi, M., *et al.* : A study on the condensation pressure for spherical amalgam, J. Nihon Univ. School Dent. 13 : 133—152, 1971.