原著論文

着色ゼリーによる簡便な咀嚼能率評価法の考案

北岡 直樹* 林田有貴子 渡邊 恵 永尾 寛
池田 弘一* 羽田 勝 市川 哲雄

Consideration of a New Simple Method of Evaluating Masticatory Efficiency by the Colored Gummy Jelly

Kitaoka Naoki*, Hayashida Yukiko, Watanabe Megumi, Nagao Kan,
Ikeda Hiroichi*, Hada Masaru and Ichikawa Tetsuo

歯科補綴学的意義

着色ゼリーを咀嚼させ、洗口液で口腔内残留色素を回収し、溶液の吸光度を測定することで咀嚼能率を評価する方法を考案し、その有用性について検討を行ったところ、篩分法とほぼ同等の再現性が認められた。また、色素水溶液の目視による比色判定を試み、視感比色による判定も可能であった。今回考案した方法は、チェアーサイドにおける簡便な咀嚼能率評価法であると考えられる。

抄 録

目的：客観的な咀嚼機能評価法を確立することは、補綴処置の効果を評価するだけでなく、診断や治療法の選択においても重要なことである。今回、着色ゼリーを用いた簡便な咀嚼機能評価法（以下CG比色法）を考案し、篩分法と比較しながら、その有効性について検討することを目的とした。また、目視による比色判定の可能性を含め、本評価法の進展性についても考察した。

方法：咀嚼機能に異常がない被験者13名に、着色ゼリーを咀嚼させ、口腔内残留色素の吸光度を測定した。同時に、篩分法（Manly法）による咀嚼機能評価も行い、両者を比較検討することにより本評価法の有効性を評価した。また、色素水溶液の色見本を参考に、被験色素水溶液の吸光度を検者に推定させ、目視による比色判定を試みた。

結果：咀嚼回数の増加とともに篩分法の咀嚼値、CG比色法の吸光度も増加した。また、篩分法は咀嚼回数が増えるに従い、咀嚼値の増加率が減少するのに対し、CG比色法では吸光度の増加率は一定であった。また、篩分法の咀嚼値はCG比色法の吸光度の対数に比例した。目視による比色判定については、色素水溶液の吸光度が0.5以下であれば、実際の吸光度との間の誤差が比較的小さく、そのばらつきも小さかった。

結論：CG比色法の吸光度と篩分法の咀嚼値とは対数関係にあり、咀嚼回数が20回以下であれば、本評価法は篩分法と同等の有効性があることがわかった。また、視感比色による咀嚼能率評価の可能性が得られた。

和文キーワード

咀嚼機能評価, 篩分法, 着色ゼリー, 吸光度, 視感比色

徳島大学大学院ヘルスバイオサイエンス研究部再生修復歯学部門顎口腔再建医学講座口腔顎顔面補綴学分野

*中国・四国支部

Department of Removable Prosthodontics, The University of Tokushima Graduate School Institute of Health Biosciences
(Chief: Prof. Ichikawa Tetsuo)

*Chugoku-Shikoku Branch

受付: 2003年12月15日/受理: 2004年4月13日

Received on December 15, 2003/Accepted on April 13, 2004

I. 緒 言

咀嚼機能は、大きな食塊から適当な大きさにかみちぎる能力、硬い食塊を細かく砕く能力、唾液と食塊を混合させ嚥下しやすい形態にする能力などに区別できる¹⁾。歯の欠損により咀嚼機能が低下したときには、これを回復するために、さまざまな補綴処置が必要となる。しかし、その処置に対する効果の判定は患者の主観に依存するところが大きい。いかなる疾患の治療においても、まず、病態を把握し、適切な治療を選択し、その短期的および長期的な効果を評価するプロセスが重要であり、臓器の機能検査は必須である。したがって、客観的な咀嚼機能評価法を確立することは、補綴処置の効果を評価するだけでなく、診断や治療法の選択においても必要不可欠なことである。

古くからさまざまな咀嚼機能の評価法に対する研究が行われてきた²⁻⁷⁾。なかでも、粉碎効率を測定する方法(篩分法)は再現性が比較的良好なこと、理論的考察が行いやすいことなどの理由から、咀嚼機能検査法の主流をなしてきた⁸⁾。しかし、被験食品の保存、測定のわずらわしさなどから、チェアーサイドにおいて簡便に行える検査ではなかった。

近年、検査操作が比較的容易なグミゼリーを応用した咀嚼機能検査^{9,10)}が導入され、簡便化が図られている。われわれは今回、この方法をさらに簡略化した着色ゼリーを用いた簡便な咀嚼機能評価法(着色ゼリー比色法, Colored gummy jelly 比色法, 以下CG比色法)を考案した。本方法は着色ゼリー咀嚼後の口腔内残留色素を洗口液により回収し、その吸光度を測定することで咀嚼能率を評価する方法である。

本研究では、このCG比色法の有効性を篩分法と比較しながら検討するとともに、視感比色の可能性を含め、本評価法の進展性についても考察した。

II. 材料と方法

1. 吸光度の測定

0.02% 食用色素(食用赤色, 奥安食品加工, 以下色素)水溶液の吸光度を分光光度計(DU-64 SPECTROPHOTOMETER, BECKMAN)にて測定した。次に、吸光度が極大を示した波長を用いて、

0.002~0.125% 色素水溶液の吸光度を分光光度計(Novaspec II 80-2103-70, Amersham Pharmacia Biotech)にて測定した。

2. CG比色法の有効性の検討

CG比色法と篩分法を用いて測定した吸光度と咀嚼値を咀嚼能率とし、両者を比較することによって、本方法の有効性を検討した。

1) 被験者

被験者は咀嚼機能に異常がない本学学生および教職員13名(男性7名, 女性6名, 平均年齢26.2歳)で、本研究の主旨を十分に説明し、承諾を得た後に測定を行った。

2) 咀嚼条件

いずれの方法においても、咀嚼回数は10, 20, 30, 40, 50, 80回とし、咀嚼は習慣性咀嚼側で行わせ、咀嚼リズムは規定せず自由に咀嚼させた。咀嚼回数の測定順序は各被験者ごとに無作為とし、咀嚼回数ごとに計3回になるよう行った。

3) 篩分法による咀嚼値の測定

篩分法では、Manly法¹¹⁾に準じて測定を行った。乾燥ピーナッツ3gを各咀嚼回数で咀嚼させた後、蒸留水を口腔内に含ませ、口腔内残留粉碎粒子を回収用容器に回収した。さらに、歯の小窩裂溝や歯間空隙の残留ピーナッツをすべて取り除き、同一容器に回収した。回収した粉碎粒子を10メッシュ(篩径1.7mm)の篩上に移し、流水下で洗浄、篩上に残留した粒子を回収した。回収した粒子は恒温乾燥器を用いて、80°Cで3時間乾燥させた後、電子式上皿天秤にて秤量した。全量に対する篩を通過した重量の割合を咀嚼値とした。

咀嚼値 =

$$\frac{\text{咀嚼前のピーナッツの質量} - \text{篩上に残留したピーナッツの質量}}{\text{咀嚼前のピーナッツの質量}} \times 100$$

4) CG比色法による咀嚼機能検査

CG比色法の被験食品の材料として、1%色素水溶液と、市販ゼリーの素(クッキングゼリー, ハウス食品)により作製したゼラチン濃度10%のゼラチンゼリー(以下着色ゼリー)を用いた。着色ゼリーは3gで、その形状は図1の通りである。被験者には術前に口腔内を蒸留水で十分に含嗽させ、口腔内の残留物をすべて取り除いた。着色ゼリーを被験者に咀嚼させた

図 1 Colored gummy jelly
ゼラチンゼリーの形状

後、蒸留水 20 ml で十分に含嗽させ、口腔内に残留している着色ゼリー片と洗口液を回収した。この際、咀嚼中の唾液量は洗口液の量と比較して、わずかであるため、濃度への影響は少ないと考えた。洗口液回収後、ただちに洗口液の上澄み液 2 ml を採取し、この試料の吸光度を分光光度計（波長 539 nm）にて計測した。

3. 視感比色の可能性の検討

CG 比色法において、目視による比色が可能かどうか検討するために、以下の実験を行った。

まず、吸光度を推定するための指標として、色素水溶液の濃度を調節し、吸光度 0.0~2.5 の間で 11 種類の色見本を作成した。色見本は吸光度 0~2.5（波長 539 nm）において等間隔に作成し、3 ml の透明チューブに 2 ml とり、11 本を白い背景の前に並べた。次に、吸光度が 0.20, 0.31, 0.42, 0.51, 0.62, 1.00, 1.62, 2.02 の 8 種類の被験色素水溶液を作製した。検者 14 名（男性 4 名、女性 10 名、平均年齢 27.0 歳）に、作製した色見本を参考にして、この水溶液の吸光度を推定させた。ただし、被験溶液は 1 本ずつランダムに手渡し判定させた。

4. 統計学的検討

咀嚼回数と測定値との回帰分析を行うとともに、分散の差の検定には F 検定を用いた。

III. 結 果

図 2 に 0.02% 色素水溶液における波長と吸光度の

図 2 Absorbance of red-colored aqueous solution
赤色色素水溶液の吸光度

図 3 Relationship between concentration and absorbance of red-colored-aqueous solution
赤色色素水溶液の濃度と吸光度の関係

関係を示す。赤色では 539 nm 付近で吸光極大を示した。

図 3 に色素水溶液の濃度と吸光度の関係を示す。吸光度 2.5 までは、濃度の増加に比例して吸光度も増加したが、それ以上の濃度では、吸光度の増加率が徐々に小さくなり、吸光度は約 2.9 で平衡に達した。

図 4, 5 に篩分法による咀嚼値、CG 比色法による吸光度の各咀嚼回数における平均値と標準偏差を示す。なお、各条件下の 3 回の計測値の平均値を代表値とした。いずれの方法も咀嚼回数の増加とともに、咀

図 4 Relationship between masticatory count and masticatory performance of sieving method
篩分法における咀嚼回数と咀嚼値との関係

図 5 Relationship between masticatory count and absorbance of CG-colorimetry
CG 比色法における咀嚼回数と吸光度との関係

図 6 Influence of masticatory count on coefficient variation in sieving method and CG-colorimetry
篩分法と CG 比色法における各咀嚼回数の変動係数の変化

咀嚼値および吸光度も増加した。しかし、篩分法は咀嚼回数が増えるに従って、その増加率が減少するのに対して、CG 比色法では一定であった。

図 6 に篩分法、CG 比色法における各咀嚼回数の変動係数を示す。いずれの方法も、各被験者の 3 回の測定の変動係数の平均を表している。咀嚼回数 10~30 回では、CG 比色法の変動係数は 0.11~0.20、篩分法では 0.03~0.17 であり、咀嚼回数 40 回以上では、CG 比色法は 0.15~0.19、篩分法では 0.004~0.02 で、篩分法の変動係数が CG 比色法より小さい値を示

した。篩分法は咀嚼回数が増加するにつれて対数的に減少したが、CG 比色法は 0.1~0.2 の間にあり、ばらつきのあるものの、減少傾向にあった。

図 7 に篩分法と CG 比色法との相関関係を示す。咀嚼値は吸光度の対数に比例し、近似式は $y = 0.23 \text{Ln}(x) + 0.85$ であった。(R²=0.79, p<0.01)

図 8 は実際の吸光度と検者の視感による吸光度の判定値との差の平均を吸光度別に表したものである。吸

図 7 Relationship between sieving method and CG-colorimetry
篩分法と CG 比色法との関係

図 8 Visual assesment of absorbance
視感による吸光度判定

光度が 0.5 以下では誤差が小さく、ばらつきも小さかったが、それ以上になると誤差が大きくなり、有意にばらつき ($p < 0.05$) は大きくなった。また、吸光度誤差の最大値は 0.59, 平均値は 0.11 であった。

IV. 考 察

1. 吸光度の測定について

濃度と吸光度の関係をみると、吸光度 2.5 までは、濃度と吸光度は比例関係にあったが、それ以上の濃度では、吸光度が増加せず、約 2.9 で平衡に達した。本

実験で用いた分光光度計は、吸光度 3.0 以内で信頼性が高いとされているが、実験結果をみると、3.0 ではその精度は低くなり、精度の高い測定が可能な吸光度は 2.5 までと考えられる。したがって、CG 比色法において、回収した洗口液の吸光度が 2.5 以下になるように、ゼラチンゼリー作製時の色素濃度と洗口のための希釈蒸留水の量を調節した。

2. CG 比色法による咀嚼能率検査について

咀嚼能力の評価にはさまざまな方法が報告されているが、大きく直接的方法と間接的方法に分けられる。直接的方法には Manly¹¹⁾ や石原^{8,12~14)} が報告してきた質量を利用した篩分法、食品の物性を利用したアンケート法^{15~18)}、色素や蛍光を利用した比色法¹⁹⁾ が代表的なものである。間接的方法には、咬合力、咬合接触面積などがある^{20,21)}。

これらの方法には種々の問題点があり、篩分法は操作の煩雑さ、アンケート法は客観性の不足、比色法では使用する試料や器材の特殊性などが挙げられる。このような問題点を考慮に入れ、操作が簡便である比色法を用い、試料の特殊性を解消するために、着色したゼリーによる咀嚼能率評価法を考案した。

一方、田村ら²²⁾ が述べているように、食品の物性の違いが咀嚼機能に及ぼす影響は大きい。また、近年、食品の味、臭い、形が摂食・嚥下機能に及ぼす影響も報告されており^{9,10,22~24)}、著者らも味が摂食・嚥下機

能に及ぼす影響を報告した²⁵⁾。古くから一般的に用いられている篩分法の被験食品であるピーナッツや生米は、味、大きさ、形態などの規定が困難である。そのため、被験食品は無味無臭であり、その形を一定にする必要がある。さらに、ピーナッツや生米は咬合力が一定に加わると粉碎されてしまう被粉碎性食品であるが、総合的な咀嚼機能を評価するためには、被咬断性食品のゼリーが有効であると考えられる。また、ゼラチンゼリーはピーナッツや生米より柔らかく、義歯装着者や無歯顎者を対象とした咀嚼機能を評価することにより適している。これらの理由から市販のゼリーの素からなるゼラチンゼリーを被験食品に用いた。ゼラチンゼリーの大きさは篩分法と比較するために、ピーナッツと同様の質量 (3 g) とした。また、作製時のゼラチン濃度は、過去の報告では 4.9~11.4% 濃度のゼラチンゼリーが用いられていたが⁹⁾、この報告を参考にし、比較的被験者が咬みごたえを感じる程度の濃度として、今回は 10% ゼラチンゼリーを用いた。

従来、比色法の比色剤としては ATP 顆粒²⁶⁾、糖質^{27,28)}などが用いられている。比色定量を行う比色剤は、安価で、生体に対して無害であり、無味無臭で基材や咀嚼に影響を及ぼさないものが望ましい。そこで、本研究では一般的な市販食品である食紅に着目した。食紅の比色は目視でも可能であると考えられるため、吸光度計などの特別な装置を用いずに測定可能と考え、同時に検討を加えた。

3. CG 比色法の有効性の検討について

一般に篩分法による咀嚼能率の測定において、咀嚼回数と咀嚼能率との間に、指数あるいは対数法則が成り立つといわれている⁹⁾。本研究におけるピーナッツによる篩分法でも従来の報告のように、咀嚼回数と咀嚼能率との間に対数関数が成り立っており、また、咀嚼能率を表す 20 回咀嚼値¹¹⁾もほぼ一致している。したがって、本研究において行った篩分法は妥当なものであると考えられる。

一方、CG 比色法では咀嚼能率を表す吸光度が咀嚼回数に比例して増加した。これは、被験食品から溶出する色素量は粉碎された食品の表面積に比例すること、および、食品の表面積から求めた咀嚼能率は咀嚼回数に比例する¹⁰⁾ことを考え合わせると妥当な結果と推察される。また、この結果は被験食品からの ATP

顆粒や糖質の溶出を計測するほかの比色法による報告^{26~28)}とほぼ一致している。

咀嚼機能の測定において、篩分法と比色法はともに、絶対的な値で表されているわけではない。しかし、本実験において並行して行った CG 比色法と篩分法は、咀嚼回数の増加に伴い、吸光度、咀嚼値の増加が認められた。また、篩分法における咀嚼値と CG 比色法における吸光度の間には対数関係が認められた。

さらに、両者を変動係数で比較すると、篩分法では咀嚼回数が増加するにつれて対数的に減少したのに対し、CG 比色法はばらつきがあるものの、減少傾向にあり、篩分法の 20 回以下の値と同程度であった。これは、単一の篩を用いる Manly 法では咀嚼回数が多くなるとその有効性が低下するのに対し、ゼリーを用いた比色法ではその測定レンジが広範囲であるとも考えられる。

以上のことから、CG 比色法は咀嚼機能評価に有効であることが示唆された。

4. 視感比色の可能性の検討について

CG 比色法で用いた色素は可視光であるため目視による比色も可能であり、本研究でも測定する吸光度が 0.5 以下では比較的ばらつきがなく、大まかな比色は可能であると考えられる。目視で可能となれば、全く器械を必要とせず、また患者自身もみずからの目でその効果を実感でき、モチベーションの向上にも役立つ。本実験で算出した近似式から、20 回咀嚼時の吸光度は 0.56 であり、図 8 より、これは比較的目視でも検者間のばらつきの小さい領域でもあるといえる。

さらに、被験食品をゼリーとすることで、さまざまなテクスチャーや形態の付与が可能である。また、吸光度の違う色素を含有した多種のゼリーを併用し、各波長で吸光度を測定すれば、複数の食品の咀嚼状態を把握し、食塊形成能力、混合能力を測定することも可能となるかもしれない。

以上のことより、本研究で考案した CG 比色法はチェアーサイドにおける簡便な咀嚼能力評価法として有効であると考えられる。

V. 結 論

咀嚼能率の評価法として着色ゼリーを用いた色素比

色法 (CG 比色法) を考案し, その有効性を検討した。その結果, 以下の結論をもって有効であると判断した。

1. CG 比色法による吸光度は, 咀嚼回数の増加とともに直線的に増加し, 篩分法とは対数関係による関連を認めた。
2. 咀嚼回数が 20 回以下のとき, CG 比色法は, 篩分法とほぼ同等の再現性が認められた。
3. 視感比色による咀嚼能率評価の可能性が得られた。

文 献

- 1) 谷本啓二, 伊藤清吾. 摂食・嚥下機能 (解剖と生理) とその障害 準備期・口腔期. 日本嚥下障害臨床研究会, 嚥下障害の臨床 リハビリテーションの考え方と実際 14-26, 東京: 医歯薬出版, 1998.
- 2) 藤井啓史. 食物の粉碎能に及ぼす咀嚼運動の影響について. 歯基礎誌 13: 485-498, 1971.
- 3) 加藤光雄, 斎藤光彦, 幸阪保雄ほか. 咀嚼機能の評価法について. 補綴誌 31: 1506-1513, 1987.
- 4) 沼田 収. ポリカーボネートマイクロカプセル含有のチューインガムによる咀嚼の圧縮能力定量法. 口病誌 56: 513-527, 1989.
- 5) 志賀 博, 小林義典. 咀嚼運動の分析による咀嚼機能の客観的評価に関する研究. 補綴誌 34: 1112-1126, 1990.
- 6) 越野 寿. 舌運動機能が咀嚼機能に及ぼす影響—超音波診断装置による舌運動能力と篩分法による咀嚼能力の評価—. 補綴誌 38: 799-810, 1994.
- 7) 加藤光雄, 笛木賢治, 三好光平ほか. 多変量解析を応用した咀嚼粉碎能力の評価方法について. 補綴誌 39: 165-170, 1995.
- 8) 石原寿郎. 篩分法による咀嚼能率の研究. 口病誌 22: 207-255, 1955.
- 9) 沖山誠司, 吉田 実, 山本 誠ほか. 試験用グミゼリーの物性と咬合接触状態が咀嚼能率に及ぼす影響. 補綴誌 40: 710-717, 1996.
- 10) 梅原亜紀, 野首孝祠, 安井 栄ほか. 全部床義歯装着患者において試験用グミゼリーを用いる咀嚼能率診査法の改良. 補綴誌 41: 850-855, 1997.
- 11) Manly RS, Braley LC. Masticatory performance and efficiency. J Dent Res 29: 448-462, 1950.
- 12) 石原寿郎, 平沼謙二, 富士川喜彦. 咀嚼粉碎能力の簡易測定法. 歯界展望 14: 1066-1069, 1957.
- 13) 石原寿郎, 平沼謙二, 橋本 譲ほか. 生米及びピーナッツを試験食品とする咀嚼粉碎効率の相関関係について. 口病誌 26: 616-619, 1959.
- 14) 石原寿郎, 平沼謙二, 橋本 譲ほか. 生米を試験食品とする咀嚼粉碎効率の算出基準について. 口病誌 26: 620-622, 1959.
- 15) 安斎 隆, 平井敏博, 金田 洸ほか. 全部床義歯装着者の咀嚼機能判定用食品について—アンケート調査からの検討—. 補綴誌 31: 1413-1420, 1987.
- 16) 平井敏博, 安斎 隆, 金田 洸ほか. 摂取可能食品アンケートを用いた全部床義歯装着者用咀嚼機能判定表の試作. 補綴誌 32: 1261-1267, 1988.
- 17) 朝倉由利子. 全部床義歯装着患者の咀嚼能力評価法に関する研究—咀嚼能力検査表について. 愛院大歯誌 28: 1267-1285, 1990.
- 18) 榎本友彦, 埴 浩昭, 荒井節男ほか. アンケート調査による有床義歯装着者の咀嚼機能評価食品の検討. 補綴誌 35: 1168-1176, 1991.
- 19) 今村太郎. 比色法を用いた咀嚼能率の簡易測定法の開発. 補綴誌 23: 603-612, 1979.
- 20) 鈴木哲也, 熊谷 宏, 吉富信幸ほか. 咬合圧測定システムの臨床応用に関する研究. 口病誌 61: 437-445, 1994.
- 21) 金高弘恭, 三谷英夫. 正常咬合者の咀嚼能力と咬合接触面積及び咬合力との関係について ATP 吸光度法及びチューインガム法による検討. Orthod Waves 61: 14-21, 2002.
- 22) 田村隆英, 森内麻水, 菅原佳広ほか. 咀嚼機能評価のための被験食品の適正に関する基礎的研究. 歯学 88: 144-149, 2000.
- 23) 羽田 勝. 咀嚼能力に影響を及ぼす諸因子とそれらの関係の統計学的解析. 広大歯誌 10: 21-33, 1978.
- 24) 小澤隆幸. 咀嚼能率測定の簡易化に関する研究. 補綴誌 25: 167-184, 1981.
- 25) 北岡直樹, 大栗孝文, 渡邊 恵ほか. 味を付与したゼリー摂食時の嚥下運動に及ぼす影響. 補綴誌 45: 143, 2001.
- 26) 藤山恵正, 増田元三郎, 深谷忠芳ほか. ATP 剤を利用した新しい咀嚼能測定法. 顎顔面補綴 2: 76-78, 1979.
- 27) 羽田 勝, 柄 博治, 田部孝治ほか. チューインガムによる咀嚼能力の測定—石原の簡易測定法との比較—. 広大歯誌 9: 249-235, 1977.
- 28) 羽田 勝. チューインガムによる咀嚼能力の測定—測定方法の統計学的分析—. 広大歯誌 9: 252-258, 1977.

著者連絡先: 林田有貴子

〒770-8504 徳島県徳島市蔵本町 3-18-15
TEL : 088-633-7347
FAX : 088-633-7461
E-mail : yu@dent.tokushima-u.ac.jp

Consideration of a New Simple Method of Evaluating Masticatory Efficiency by the Colored Gummy Jelly

Kitaoka Naoki*, Hayashida Yukiko, Watanabe Megumi, Nagao Kan,
Ikeda Hiroichi*, Hada Masaru and Ichikawa Tetsuo

Department of Removable Prosthodontics, The University of Tokushima
Graduate School Institute of Health Biosciences
(Chief : Prof. Ichikawa Tetsuo)
*Chugoku-Shikoku Branch

J Jpn Prosthodont Soc 48 : 555-562, 2004

ABSTRACT

Purpose : Various prosthetic dentistry treatments are indispensable for patients who have a malfunction of mastication. In these circumstances, the objective assessment of mastication is very important for not only evaluating the treatment but also selecting diagnosis and treatment. The purpose of the current study is to design a simple assessment of mastication with colored gummy jelly, and to investigate the effectiveness of this method in comparison with Manly's sieving method and to discuss the development of this method (such as the possibility of visual assessment).

Methods : Thirteen subjects who had no malfunction of mastication chewed the colored gummy jelly and the absorbance of the residual coloring matter after mastication was measured to assess their mastication in comparison with Manly's sieving method. Moreover, the absorbance of 5 gradations of color in test colored aqueous solutions was presumed with 9 gradations of color samples that were made as guidelines.

Results : The higher the masticatory count was, the larger the values of mastication in both the sieving method and colored gummy jelly method were. The rate of increase decreased according to the increase of masticatory count in the sieving method, while the value of mastication in the colored gummy jelly method was proportional to the masticatory count. The value of mastication in the sieving method was proportional to the logarithm of absorbance. Regarding visual assessment, error and deviation were small when the absorbance of colored aqueous solution was less than 0.5.

Conclusions : The value of mastication in the sieving method was proportional to the logarithm of absorbance. The colored gummy jelly method was as effective as Manly's sieving method when the masticatory count was less than 20 times. Moreover, it is supposed that masticatory efficiency can be determined by using this assessment.

Key words

assessment of mastication, sieving method, colored gummy jelly, absorbance, visual assessment