

## 咀嚼機能の発達と保健指導に関する研究

小 椋 正<sup>1)</sup>、井 上 直 彦<sup>2)</sup>、伊 藤 学 而<sup>1)</sup>  
亀 谷 哲 也<sup>3)</sup>、玉 置 敬 一<sup>4)</sup>、吉 田 定 宏<sup>5)</sup>

### 要約:

咀嚼機能の健全なる育成は、小児歯科医学の目的といっても過言ではない。咀嚼機能の健全育成のためには、授乳期からの注意が必要である。井上らは、母乳哺育児と人工哺育児の吸啜時の顎運動の相違点を昨年度すでに報告したが、それらの子供達を継続的に調査し、咀嚼運動に違いがあるかの研究を行っている。また、吉田らの吸啜運動から咀嚼運動開始への移行期の動物実験では、口腔末梢感覚情報のうち歯根膜が咀嚼運動開始に重要な役割を果たしていることを昨年度報告した。平成2年度は、唾液腺がどのように影響しているか調査した結果、咀嚼運動開始がコントロール群と比較して12日間遅くなった。

小椋らは、平成元年度はゼラチンゼリーの物性（硬度と大きさ）を変えることで、成人の咀嚼能力の評価方法を確立し報告した。平成2年度は同一個人がゼラチンゼリー摂取時の日間差と時間差のパラッキの程度を調査し、安定性があることを確認した。さらに、各年代の小児の咀嚼筋筋電図と咀嚼時間および咀嚼回数の計測値を検討した結果から、5個のゼラチンゼリーを試料として選択した。一方、伊藤らは、試料として選択された5個のゼラチンゼリーを用いて、咀嚼能率の評価方法として開発されたチューインガム法との比較検討をした結果、咀嚼周期（咀嚼時間/回数）とよく対比できると報告している。亀谷らは選定された5個のゼラチンゼリーを用いて成人の標準値作成に着手している。なお、玉置らは、咬合挙上が全身に及ぼす影響について研究を行っている。

見出し語：咀嚼機能，ゼラチンゼリー，咀嚼運動，指導用基準値

---

1) 鹿児島大学歯学部， 2) 東京大学医学部， 3) 岩手医科大学歯学部， 4) 和歌山市開業  
5) 朝日大学歯学部

## 1) 研究方法

### ①乳児期から咀嚼運動の開始期について

母乳哺育児と人工乳哺育児の吸啜圧と吸啜時の咀嚼筋筋電図の違いはすでに昨年報告した。この子供達が発育して離乳食から固形食へ移行した時点で咀嚼が同じであるか違うかを継続的に調査している。

吉田らは、昨年口腔内変化の一要因として、歯の萌出が吸啜行動から咀嚼行動への移行に重要な役割を果たしていることを示した。そこで平成2年度は唾液腺の役割について検討した。実験動物としては、歯の萌出による影響を無視できる動物として、すでに出生時に永久歯列が完成しているにもかかわらず、生後一定期間吸啜行動を行った後咀嚼行動へ転換していくモルモットを用いた。しかし、モルモットが吸啜か咀嚼のどちらの行動をしているのか客観的に判断する方法が確立されていないため、まずその指標を確立し、その後、唾液腺を除去することによってどのような行動変化が起こるかを調べた。

#### (a) 吸啜、咀嚼行動の指標設定

吸啜、咀嚼行動の指標として、サホンビジトレナー（図1参照）による口腔内圧の測定を行い、実験ケージ内で母親と一緒に飼育している時の行動と比較した。

その結果、吸啜行動では、単純な開閉運動で陰圧のみが生じ、咀嚼行動では、側方運動を伴った開閉運動で陰圧と陽圧が生じた。すなわちこの差を行動の違いの指標とした。

### ②幼児から成人までの咀嚼機能について

#### (a) 咀嚼能力試験の規格化について

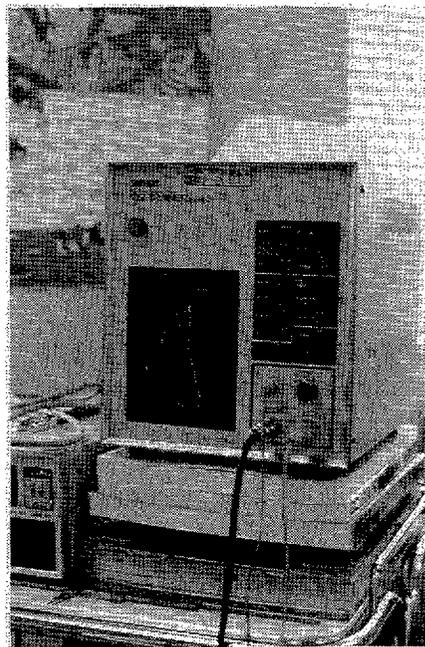


図1 サホンビジトレナー

#### (1) 咀嚼能力試験用の試料の選択について

小椋らは、咀嚼試料としてサンスター株式会社によって開発されたゼラチンゼリーの立方体のもの10種類を使用した。

被検者は正常咬合を有し機能異常や矯正治療の既応のないHellmanの咬合発育段階ⅡAからⅣAまでの男子20名、女子19名（ⅡA 男2名、女4名；ⅡC 男3名、女3名；ⅢA 男3名、女3名；ⅢB 男3名、女5名；ⅢC 男5名、女1名；ⅣA 男4名、女3名）である。

使用した筋電計は、日本光電社製ポリグラフシステムRM-6000で4チャンネル同時誘導した。時定数は0.01秒とし、増幅度は200 $\mu$ Vの入力に対して10mmのcalibrationを設定した。

被検者はshield room内において頭部を固定せ

ず、FH平面が水平となるように、また上体が垂直になるように椅子に座らせて筋電図を採得した。

被検筋は、側頭筋前部（以下TAと略す）、咬筋浅部（以下Mと略す）の左右両側とした。電極は、電極内径5mm、外径12mmの日本光電社製sintered Ag/AgCl miniature skin electrodeを使用した。

電極の設定は塩野の方法に従って、電極中心間距離を2.0cmとし、それらの筋の走向に一致させ電極糊をかいして、両面テープで皮膚に貼付し、双極誘導とした。また、アースは耳朶に設定した。

各筋の筋電図の処理方法は、日本光電社製多用途積分ユニットEI-600Gを使用して積分値を算出した。積分にあたってcalibrationから2000 $\mu$ Vが8mmになるように調整し、リセットレベルを約2.5cmにセットした。ゼリーの食べ初めから嚥下するまでを計測対象とした。これらの計測値は、calibrationに基づいて $\mu$ Vに換算するとともに各種類ごとに平均値を算出

した。また咀嚼開始から嚥下までの咀嚼時間と咀嚼回数も測定した。

(d) 同一個人の咀嚼能力の日間差と時間差について

咀嚼開始から嚥下までの時間と咀嚼回数は、各個人固有であることはよく知られている。そこで、小椋らは、成人男子4名と成人女子4名で3日間違う日にゼラチンゼリーを摂食した時の咀嚼時間、回数がどの程度のバラツキを示すかを調査した。また、同一個人による時間差、すなわち、朝（10時頃で食欲は普通の時）と昼（昼食後すぐで13時とし食欲のない時）および夕方（仕事の終了した17時とし、食欲がある時）でどのように差が出るかを検討した。

なお、ゼラチンゼリーは10個全てではなく3個を選出した。すなわち、全ての咬合発育段階の咀嚼能力を調査するのに適していると思われるゼリー1' 2' 3' とした。（表1参照）

表 1 実験に使用したゼリーの番号の一覧表

形状 大きさ 硬度	立方体		
	大	中	小
超硬	10	9, E	8
硬	7, (3'), D	6, (2'), C	5, B
中		4	
軟	3	2, (1'), A	1

(h)ゼラチンゼリーを用いた咀嚼能力試験法と

チューインガムを用いた咀嚼能率試験法

伊藤らは咀嚼機能の簡単な評価法として、すでにチューインガムを用いた咀嚼能率試験(チューインガム法)の有効性を報告している。

しかしこの方法では咀嚼したチューインガムの重量を測定するため、食塊の嚥下までを含めた咀嚼の全過程を評価することが出来ない。最近開発されたゼラチンゼリー(サンスター株式会社)を用いれば、それが可能と考えられたので、これを用いて咀嚼機能の評価を試み、チューインガム法と比較した。

鹿児島大学附属病院の矯正科患者で、矯正装置を装着していない7~12歳の女子16名を被検者とした。

i)ゼラチンゼリーを用いた咀嚼能力試験

試料は、5種類のゼラチンゼリー(A~E)である。形状は全て立方体で、Aは硬度は軟で大きさは中、Bは硬度は硬で大きさは小、Cは硬度は硬で大きさは中、Dは硬度は硬で大きさは大、Eの硬度は超硬で大きさは中とAは噛みやすくEは噛みにくいものである。(表1参照)試験はAからEの順で行った。被検者にゼリーをいつもの食べ方で食べるように指示し、口に入れさせる。検査者の合図で噛み始め、嚥下終了時に被検者に手を挙げさせた。咀嚼時の動作をビデオで撮影した。咀嚼開始から嚥下終了までを咀嚼時間とし、これと咀嚼回数を、ビデオモニター上で測定した。測定は一人の検査者が各被検者について3回行い、その平均を求めた。

ii)チューインガムを用いた咀嚼能率試験

チューインガム(ロッテ社製ジューシーフレッシュガム)1枚を自由に70回咀嚼させ、溶出糖量と所要時間から時間当たり溶出糖量( $\text{mg}/\text{sec}$ )を求めた。チューインガム法についても咀嚼時の動作をビデオで撮影し、ビデオモニター上で咀嚼時間を測定した。

(b)成人の咀嚼能力の標準化について

亀谷らは、伊藤らが用いたA~Eの5種類のゼラチンゼリーを用い、20歳以上の成人31名(男子17名、女子14名)を対象に伊藤らと同様の方法で咀嚼時間と咀嚼回数の測定を行った。また、同時に対象者の習慣的咀嚼側の咬筋筋電図を記録した。さらに、対象者の口腔診査を実施し歯の疾患の状況と歯肉炎とその他に、不正咬合の種類や不正要因を記録した。

(c)咬合挙上が全身に及ぼす影響について

玉置らは体育学部の学生4名に前歯切端間15mmのテンプレートを2カ月使用し、筋力測定および姿勢の改善について比較した。また平良中学校の生徒852名について審査を行い不良姿勢および口腔状態との関連について調査を実施した。

さらに、ビーグル犬を用いて片側抜歯による咬合破壊を行い、全身症状の変化について実験中である。

2) 結果

①乳児期から咀嚼運動の開始期について

(a) 吸啜、咀嚼行動指標による評価

吸啜、咀嚼行動の指標に基づいてモルモットの摂食行動を調査すると、生後9日までは吸啜行動のみで、その後徐々に吸啜行動の回数が減少し、咀嚼行動に移行する。生後30日には吸啜行動は全く見られず、咀嚼行動のみになった。その間の期間は、吸啜行動と咀嚼行動の両方の行動が見られた。また、母親と一緒に飼育した時の行動と、この指標による実験時の行動がほぼ一致していた。

(b) 唾液腺除去の影響

生後7日のモルモットの顎下腺、舌下腺を全身麻酔下で摘出除去し、(a)と同様の実験を行った。

その結果、生後21日までは吸啜行動のみが記録され、その後咀嚼行動に移行し、生後38日には、吸啜行動は全く見られず、咀嚼行動のみになった。

これは、コントロール群に比べ、咀嚼行動開始が12日、吸啜行動が全く消失したのが6日遅れたことになり、特に咀嚼開始時期の遅れが顕著であった。

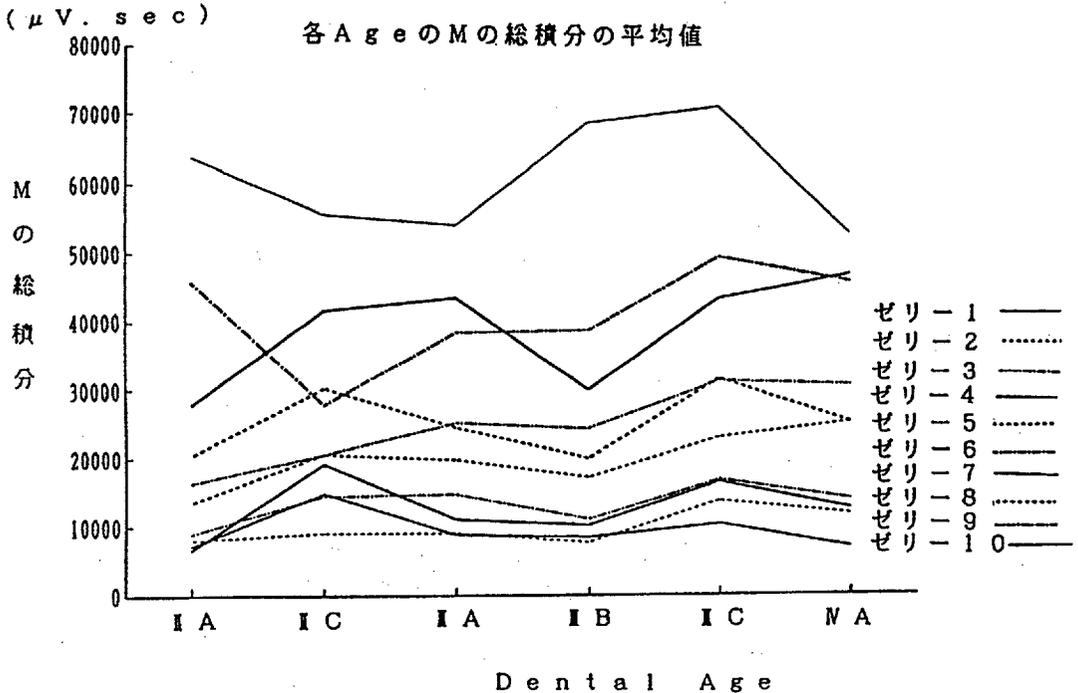
②幼児から成人までの咀嚼機能について

(a) 咀嚼能力試験の規格化について

(i) 咀嚼能力試験用試料の選択について

Hellmanの咬合発育段階別のMの総積分値の平均値を図2に示した。ゼリ-10は他の値と比較して大きな値を示していた。小さな値を示したゼリ-は、ゼリ-1, 2, 3, 4であり、

図 2



中間の値を示したのは、ゼリー-5, 6, 8であった。大きな値を示したのは、ゼリー-7, 9であった。

咬合発育段階別の咀嚼時間の平均値と咀嚼回数数の平均値を図3, 4に示した。ゼリー-10はIAでは121.6秒も時間がかかり、咀嚼回数は186回となっていた。咀嚼時間と咀嚼回数ともに少ない順にゼリー-1, 2, 4, 3であった。ただし、IAとICでは上の順位が入れ変わっていた。咀嚼時間、回数ともに中間の値のものはゼリー-5, 8, 6の順に積分値が多くなっていた。これらより多くの咀嚼時間、回数を必要とするゼリーは、ゼリー-7, 9であった。

なお、各実験に使用したゼリーの番号と硬度と大きさの一覧表を表1に示した。

(四)同一個人の咀嚼能力の日間差と時間差について

男子4人と女子4人に1日3回、ゼリー-3種類を3日間にわたり同じ時間帯に1人9回の実験を行った。すなわち、朝は10時頃とし、食欲は普通の時間帯を選択した。昼の時間帯は1時頃とし昼食を摂ったすぐ後の満腹の時間帯を選択した。3回目は夕方5時頃とし、仕事を終了し間食をしない空腹の時間帯に実験を行った。

3種類のゼリーにおける日間差と時間差とも全ての値に有意差はなかった。

咀嚼時間の日間差、時間差の値は女子の症例を表2, 図5, 6に示し、咀嚼回数の日間差、時間差の値は男子の症例を表3, 図7, 8に示した。

図 3

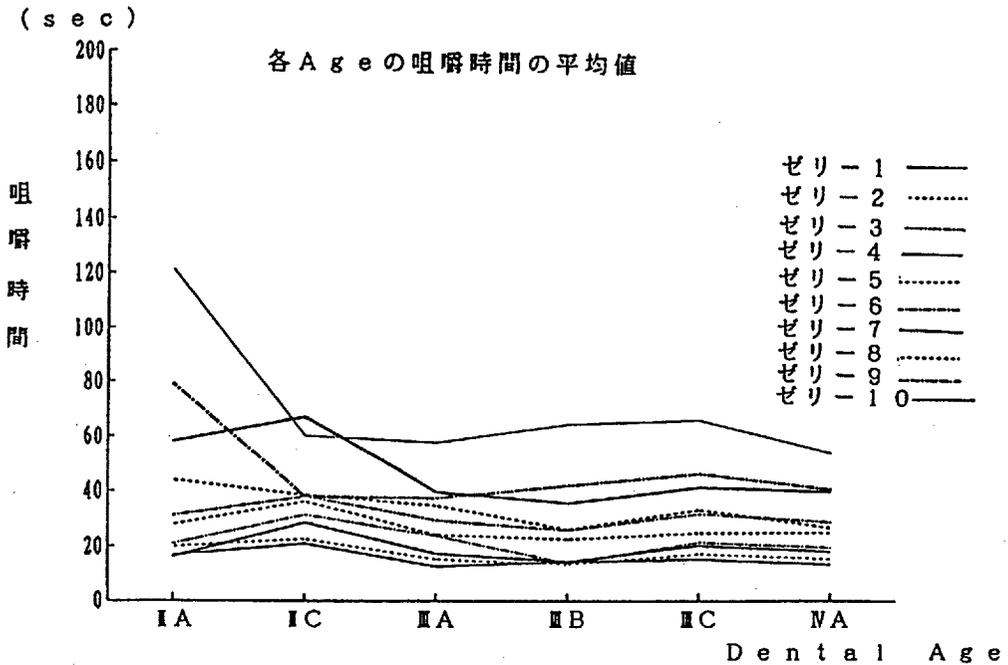


図 4

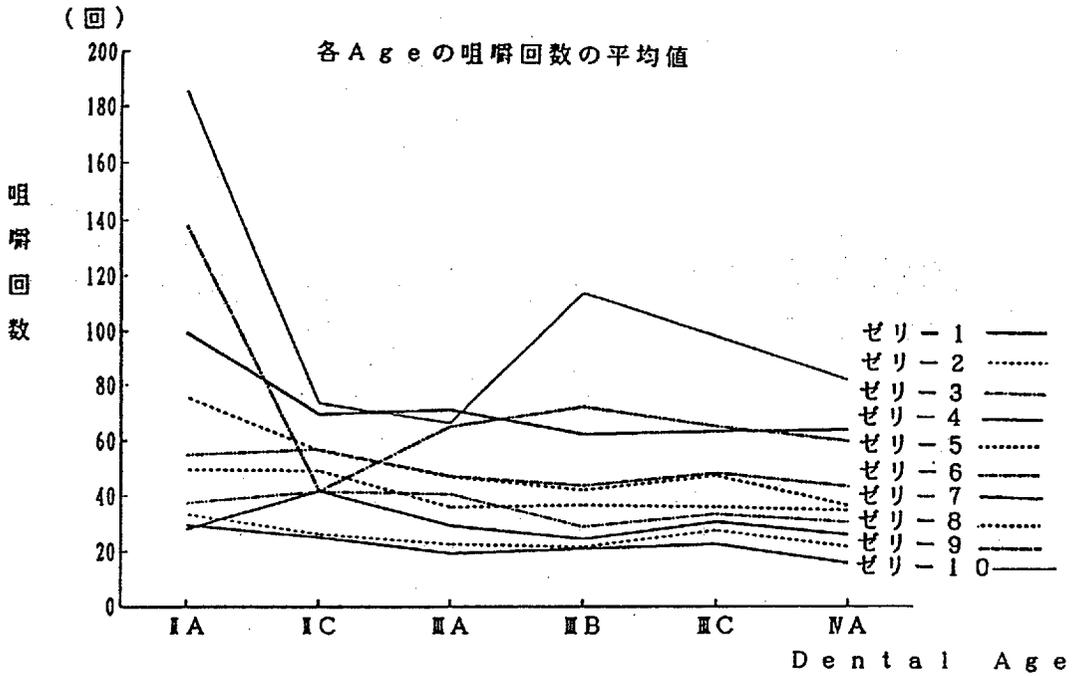


表 2 症例女子 N の時間差の咀嚼時間

ゼリ- 時間差	ゼリ-1'	ゼリ-2'	ゼリ-3'
朝 (普通)	12.4 (0.5)	23.6 (2.7)	37.9 (4.4)
昼 (満腹)	11.4 (0.9)	25.5 (2.3)	39.7 (1.1)
夕 (空腹)	10.2 (0.4)	23.6 (0.5)	38.9 (2.5)

単位：秒，( ) 内は S. D.

図 5

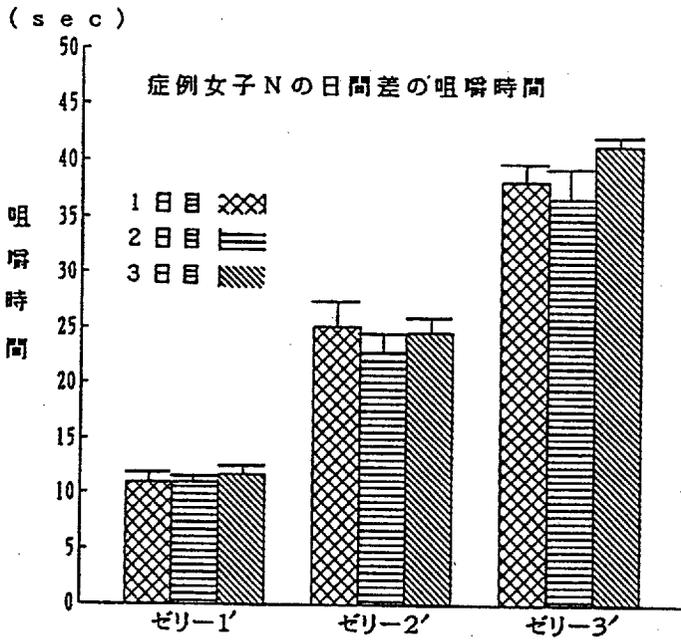


図 6

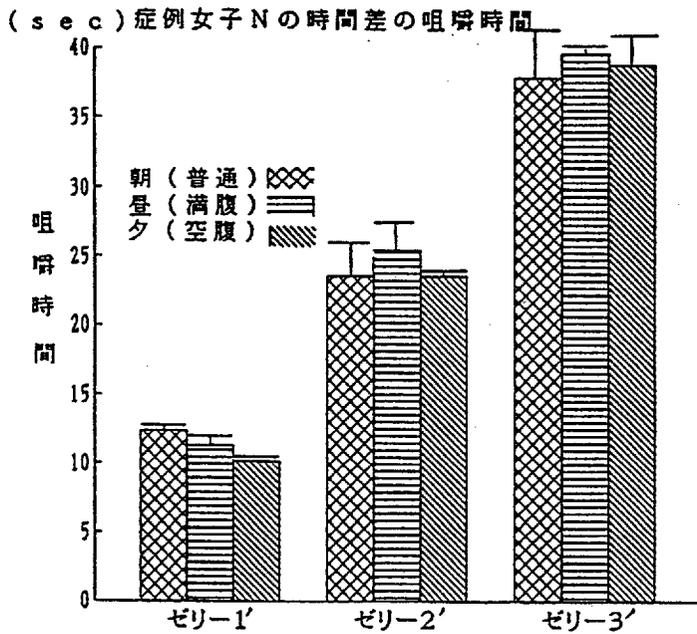


表 3 症例男子Oの日間差の咀嚼回数

ゼリ-特徴 日間差	ゼリ-1'	ゼリ-2'	ゼリ-3'
1日目	15.3(2.1)	30.3(4.5)	47.7(6.7)
2日目	17.0(1.0)	32.7(2.9)	46.7(4.0)
3日目	16.7(0.6)	33.0(1.0)	46.3(3.0)

単位：秒，（）内はS. D.

図 7

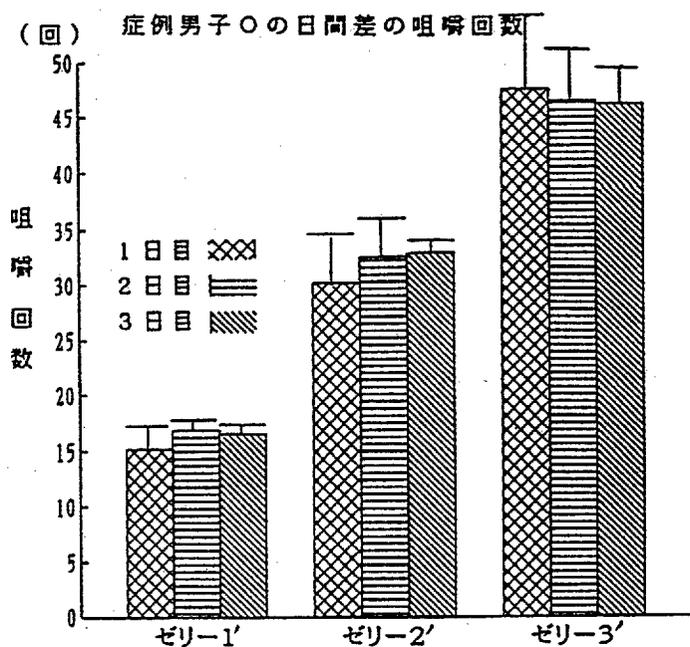
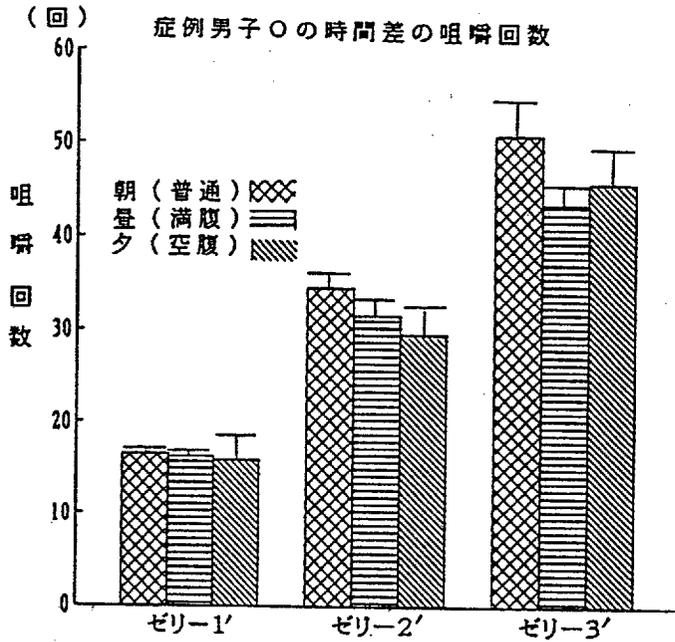


図 8



(ハ)ゼラチンゼリーを用いた咀嚼能力試験法と  
 チューインガムを用いた咀嚼能率試験法  
 ゼリー-AからDにかけて、咀嚼時間は $19.2 \pm 9.0$ 秒から $58.6 \pm 21.0$ 秒に増加した。しかし、ゼリー-DとEには時間、回数ともに差がなかった。咀嚼周期(咀嚼時間/回数)は、ゼリーの種類が違ってほとんど差がなかった。

一方、被験者別にみると、咀嚼周期がゼリー-AからEにかけて延長した者と変化しなかった者各3名のほかに、短縮した者が5名いた。

チューインガム法による時間当たり溶出糖量(咀嚼能率)は、ゼリー-B, C, D, Eの咀嚼時間と負の相関( $p < 0.05$ と $p < 0.01$ )、ゼリー-Eの咀嚼回数と負の相関( $p < 0.05$ )があった。

また、咀嚼周期がゼリー-AからEにかけて延長した者では時間あたり溶出糖量は $20.5 \pm 5.1$  mg/secであったが、短縮した者では $16.8 \pm 2.2$  mg/secと低かった。

### 3) 考 察

#### ①乳児期から咀嚼運動の開始期について

最近、摂食機能障害児に関する問題が多くの人々によって指摘されている。これは基本的には、出生直後の母乳を吸う吸啜行動から、固形食を摂取する咀嚼行動への移行が上手に出来ない為と考えられる。その原因としては、口腔内の変化などの生体の内部環境が摂食機能の発達に対して不適当な場合と、食物の与え方などの外部環境が不適切な場合が考えられる。

外部環境の影響として、乳房哺育児と哺乳ビン哺育児の吸啜パターンの違いと咀嚼筋の使い方の違いが、小児の咀嚼パターンに違いを現すかどうかを井上らは継続的に検討している。一方、内部環境の一要因として吉田らは、犬の動物実験より、歯根膜が咀嚼運動開始に強く関与していることを報告したが、平成2年度には、唾液腺も咀嚼運動開始に関係のあることを示唆している。しかし、何が最も強く関係しているかは順次調査し、来年度に報告することになっている。

## ②幼児から成人までの咀嚼機能について

### (a)咀嚼能力試験の規格化について

#### (i)咀嚼能力試験用試料の選択について

咀嚼能率の測定には、従来生米や人工試料などを一定回数噛ませ、粉碎粒をうがいによって吐き出させ、乾燥してから篩分けして篩上の粉碎粒の重さを測定していた。篩分けの手間を省く方法として、数種類の 방법이考えられ、行われているがいずれも手間がかかる上に、どの試料も噛み難く、全て粉碎粒を吐き出すことは非常に困難である。

その他の方法としては、咬合力の計測法やポリエチレンフィルムを噛ませる方法およびチューインガムを噛む方法などがある。このうちチューインガム法は、高価な器械もいらず割合簡単に少ない時間で計測が可能である。しかし、いずれも食塊の嚥下までを含めた咀嚼の全過程を評価することは出来ない欠点があった。今回我々が開発したゼラチンゼリーを使用した咀嚼能力試験法を使用すれば、各個人の実際の食事の咀嚼様式を簡単に把握することが出来る。そこ

で、各年代の小児から成人までの咀嚼能力試験に最少限必要なゼリーの数量を決定することを試みた。

Mの総積分平均値からすると、咬合発育段階ⅡCを除いたどの年代でもゼリー-1は最も安易に噛めることが判明した。むしろ、ⅢB、ⅥAとうでは容易に食べられすぎると考えられるため、ゼリー-1はサンプルから除外した。ゼリー-2、3、4は各発育段階とも似たような数値を示すことから、これらの中から噛み易い代表1個を選出することにした。咀嚼時間、回数ともMの総積分値と同様の傾向を示していた。ゼリー-10はMの総積分値は最も大きく、咀嚼時間、回数とも一番多かった。しかし、ゼリー-10は低年齢のⅡA、ⅡC期の子供達では、咀嚼時間、回数ともに、多くかかるすぎるので除外した。それゆえ、咀嚼能力を試験する上限としてはゼリー-7、9から1個、中程度の試料としてはゼリー-5、6、8から1個選択することにした。すなわち、咀嚼能力の試料として最も安易に噛めるものとしては、ゼリー-1の次に噛みやすいゼリー-2を選択した。中程度の物としては各発育段階の中間の値を示すゼリー-6を選択した。なお、咀嚼能力の上限の試料として、ゼリー-7を選択した。咀嚼能力を調査するには以上3つで十分と考えられるが、ゼリーの硬度と大きさとの関係を考慮してゼリー-5とゼリー-9を追加した。

#### (ii)同一個人の咀嚼能力の日間差と時間差について

咀嚼リズムは各個人固有で、特別な障害(歯の疼痛とう)が無い限り、あまり変化しないと

考えられている。しかし、同一個人でも空腹の時と満腹の時では、食物摂取の時間に差があるかどうかを調査した。その結果は、男子では一定の傾向を見ることは出来なかったが、女子ではわずかであるが満腹時に咀嚼時間、回数ともに多く、空腹時には少ない傾向を示した。

一方、日間差を見ると咀嚼時間、回数は男女共に時間差よりも大きかった。すなわち、ゼリー-3'における咀嚼時間の差の男子の平均値は1.9秒、女子は4.6秒であった。また、ゼリー-3'における咀嚼回数の差の男子の平均値は4.5、女子は8.3であった。なお、全ての値に有意差はなかった。それゆえ、日間差、時間差とも考慮する必要はないと考えられるが、日間差の方がわずかに大きい傾向を示した。それは、各個人の体調とうの方がこの調査には大きいのか、味の好き嫌いなどの要因の方がバラツキを大きくさせるのかも知れないと考えられる。

(n)ゼラチンゼリーを用いた咀嚼能力試験法と  
チューインガムを用いた咀嚼能率試験法に  
ついて

ゼラチンゼリーを用いて咀嚼能力を評価することは可能であった。特に、ゼリーの種類による咀嚼周期の変化によって、チューインガム法の咀嚼能率とよく対比できることが解った。

(b)成人の咀嚼能力の標準化について

咀嚼能力試験用試料として選定された5種類のゼラチンゼリーを使って現在試料の取集中である。

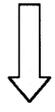
(c)咬合挙上が全身に及ぼす影響について

テンプレートを2カ月間使用した筋力測定では、筋力は10~30%の向上を認めた。不良姿勢

をモアレトログラフィでテンプレート装着前に背面左右に差を認めたものがテンプレート装着後改善されていた。

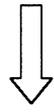
4) 文 献

- 1) 広瀬寿秀, 吉田礼子, 伊藤学而, 井上昌一: 咀嚼能力の発達経過に関する研究-チューインガム法による検討; 小児保健研究 49(5), 521~527, 1990.
- 2) 塩野幸一, 清水久喜, 小椋 正, 規工川 浩: 咀嚼ゼリーの物性と咀嚼筋活動との関連; 小児歯学誌 28(4), 1036~1047, 1990.
- 3) 福田文彦, 水沼国雄, 井上充博, 住岡輝明, 玉置敬一, 上田龍哉, 前原 潔; 慢性リウマチの鍼灸運動およびTemplate療法の試み; 日歯東洋医学誌, 8, 14~20, 1991.
- 4) 坂下玲子: 母乳哺育児と人工哺育児の吸啜パターンの検討; 小児保健研究投稿中.



## 検索用テキスト OCR(光学的文字認識)ソフト使用

論文の一部ですが、認識率の関係で誤字が含まれる場合があります



要約：咀嚼機能の健全なる育成は、小児歯科医学の目的といっても過言ではない。咀嚼機能の健全育成のためには、授乳期からの注意が必要である。井上らは、母乳哺育児と人工哺育児の吸啜時の顎運動の相違点を昨年度すでに報告したが、それらの子供達を継続的に調査し、咀嚼運動に違いがあるかの研究を行っている。また、吉田らの吸啜運動から咀嚼運動開始への移行期の動物実験では、口腔末梢感覚情報のうち歯根膜が咀嚼運動開始に重要な役割を果たしていることを昨年度報告した。平成2年度は、唾液腺がどのように影響しているか調査した結果、咀嚼運動開始がコントロール群と比較して12日間遅くなった。

小椋らは、平成元年度はゼラチンゼリーの物性(硬度と大きさ)を変えることで、成人の咀嚼能力の評価方法を確立し報告した。平成2年度は同一個人がゼラチンゼリー摂取時の日間差と時間差のバラツキの程度を調査し、安定性があることを確認した。さらに、各年代の小児の咀嚼筋筋電図と咀嚼時間および咀嚼回数の計測値を検討した結果から、5個のゼラチンゼリーを試料として選択した。一方、伊藤らは、試料として選択された5個のゼラチンゼリーを用いて、咀嚼能率の評価方法として開発されたチューインガム法との比較検討をした結果、咀嚼周期(咀嚼時間/回数)とよく対比できると報告している。亀谷らは選定された5個のゼラチンゼリーを用いて成人の標準値作成に着手している。なお、玉置らは、咬合挙上が全身に及ぼす影響について研究を行っている。