東北大式頬部腫脹計の試作

かわもと かずとも たかさか とものり ゆ あさ りょう わ だ じゅん
河本 和友・高坂 知節・湯浅 涼*・和田 淳

I. 緒 言

頬部腫脹を伴う上顎腫瘍の頬部計測とその治療経過中の腫脹度の変化の記録等に鋭敏な 頬部腫脹計の必要性が痛感される。従来、薬剤効果判定のために種々の頬部腫脹計測法が考案され、実際に利用されている。その主なものとして、顔面の二点間計測法^{1)~4)} や写真撮影法⁵⁾ があげられるが、前者は簡便な方法としては優れているが、後述するように肉眼的に観察される腫脹度の変化に比し測定数値の動きが少なく測定誤差も大きいという欠点があり、また後者にも再現性や手技の繁雑さに問題があり、いずれも満足な計測方法と言えない。

そこで、私共は、簡便で、しかも計測誤差が少なく腫脹検出感度および測定精度の高い計測器を開発すべく種々検討を加えた結果、プリズムを用いるヘルテル式眼球突出計を改良して、両眼窩外縁を支点として、頬部腫脹を直接的に高さとして測定し得る「東北大式頬部腫脹計」を試作したので、ここに報告し、その計測方法を紹介する。

II. 東北大式頬部腫脹計の設計

本器は(図1)、ヘルテル式眼球突出計(井浪医科産業製)を改良したものであり、原則的には、眼球突出計と同じ原理を用いているが、測定対象を眼球から頬面に移行するために、従来の突出計を裏返しプリズム側をスライディングスケールの下面に置き、さらに10mm幅のプラスチック板を眼窩支持点とプリズムとの間に挿入して、眼窩外縁の下方約17mmの部位の頬部を測定できるように設計してある。設計図は、図2に示す通りであり、プリズム面には、18mm点を中心として1mm毎に目盛り付けさ

れている。

図1 東北大式頬部腫脹計

III. 計測方法の実際

1. 測定者は被検者と向合って座り、本器を両手で持ち、両支持点(図2参照)を被検者の

眼窩外縁皮膚上にあてる(図3)。

2. 検者は片眼でプリズム面上の目盛を読む

A New Measuring Device for Cheek Swelling (Tohoku University Type).
Kazutomo Kawamoto, Tomonori Takasaka, Ryo Yuasa* and Jun Wada.

東北大学医学部耳鼻咽喉科学教室(主任:河本和友教授)

*東北労災病院耳鼻咽喉科(院長:楨哲夫名誉教授)

図2 東北大式頬部腫脹計の設計図

図3 測定器のセット

が、この眼の位置は常に被検者の正中矢状面上になければならない。この位置を得るためには、左右のプリズム上に見える鼻背値(図4・図5)が等しくなるようにすればよい。

3. 被検者の眼窩外縁に本器の支持点をあてるとき、左右のあて方が等しくなるようにする。これは、被検者に左右のあて具合が同じか否かを聞くのがよい。

図4 測定方法 A鼻背値 Bスライディングスケール a左頬面值 a'右頬面值

4. 繰り返し測定する場合に、できるだけ同じ部位を測定するために、あらかじめ鼻背値を記録しておき、次回測定時にも全く同じ鼻背値を得るように検眼の位置を調整する。

5. 検眼の位置とプリズムの位置が決まったら、速やかにプリズム面上に写る鼻背の高さ(これは左右同一)と左右の頬面の目盛(図4, a, a')を読み記録する(図5)。また、本器の柄の部分(図2)にスライディングスケールが付けてあるので(図4, B)再検時にも前回と同じプリズム間距離にすることができ

6. 記録される値は、図4に示されているように鼻背値(A)、スライディングスケール(B)、右頬面(a')、左頬面(a)である。

計測値 (mm)	左右鼻背値	30
	右頬面值	16
	左頬面值	15

図5 プリズム面に写る頬面と鼻背

Ⅳ. 本測定法と二点間測定法の比較

頬部腫脹の測定について、東北大式頬部腫脹計を用いる方法（東北大式測定法と略す）と二点間の皮膚面上距離をメジャーにより測定する方法（二点間測定法と略す）とを比較検討してみた。

二点間測定法には、山下¹⁾、堀口²⁾、佐藤³⁾、浜口⁴⁾らが報告している方法、即ち、鼻橋附着部～耳垂附着部および外眦～口角間の定点間皮膚面上距離をメジャーにて計測する方法（図6）が最も多く採用されている。両測定法を比較する場合、腫脹測定部位が交叉することが望ましいことから、今回、外眦～口角間の二点間測定法と東北大式測定法について検討した。

長径：鼻橋附着部～耳垂附着部距離
短径：外眦～口角距離

図6 二点間測定法

1. 測定感度

東北大式測定法と二点間測定法を図で対比すると図7のようになる。前法は、術前 $C^{\circ}D$ 、術後 CD を測定し、腫脹度を、 $CD - C^{\circ}D = \text{腫脹度}$ 、として表わす方法であり、後法は、術前 $\widehat{EC^{\circ}F}$ 、術後 $\widehat{ECF}$ （実際的にはいずれも凹凸面）を測定し、腫脹度を、 $\widehat{ECF} - \widehat{EC^{\circ}F} = \text{腫脹度}$ 、として表わす方法である。

二点間測定法の実際の測定は、若干凹凸な $\widehat{ECF}$ を測定するのであるが、 $\angle CEF$ の角度が小さいところから図8のように近似的に模式化し

て $\triangle ECF$ について考えることが可能である。

E点：外眦
F点：口角
 $C^{\circ}D$ ：EFの垂直二等分線
 C° 点：術前頬部頂点
C点：術後頬部頂点

図7 腫脹測定図
東北大式測定法： $C^{\circ}D$ 測定
二点間測定法： $\widehat{ECF}$ 測定

つぎに、Cを動点として長さ $EC=p$ 、 $CD=q$ 、 $ED=k$ 、 $\angle CEF=\theta$ として表わすと

$$p = \frac{k}{\cos \theta} \dots \dots (1), \quad q = k \tan \theta \dots \dots (2) \text{となり、}$$

kは定数（定点間距離 $EF/2$ ）であるので p および q は θ の関数として表わされている。

ここで、術後腫脹が起こり術後腫脹頂点が C' となり p, q, θ がそれぞれ Δp , Δq , $\Delta \theta$ だけ変化したとすると、p, q の θ に対する変化率 $\frac{\Delta p}{\Delta \theta}$ 、 $\frac{\Delta q}{\Delta \theta}$ は(1)式、(2)式を微分すること

によって求められる。即ち、 $\frac{dp}{d\theta} = \frac{k \sin \theta}{\cos^2 \theta}$

$$\dots (3), \quad \frac{dq}{d\theta} = \frac{k}{\cos^2 \theta} \dots \dots (4) \text{となる。腫脹の}$$

変化、即ち θ の変化に対し p, q どちらの変化率が大きいかをみるため(3)式と(4)式の比をとる

図8 腫脹測定模式図

と、 $\frac{dq}{dp} = \frac{dq/d\theta}{dp/d\theta} = \frac{1}{\sin \theta} > 1$ ($0^\circ < \theta < 90^\circ$) ……(5)となる。

二点間測定では $EC+CF=2p$ を測定するので、東北大式測定法 (q 測定) と二点間測定法 ($2p$ 測定) の変化率の比は(5)式から

$$\frac{\text{東北大式測定法変化率}}{\text{二点間測定法 変化率}} = \frac{1}{2 \sin \theta} \cdots (6)$$
となる。

(6)式から $0^\circ < \theta < 30^\circ$ であれば東北大式測定法の方が変化率が大きく、さらに θ が小さいほど変化率比が大、即ち検出感度が高いと言える。

具体例

東北大式測定法と二点間測定法の検出感度の差を具体例でもって示す (表1)。

以下の例では、標準的な顔相として外眦〜口角間 ($2k$) = 80mm, 外眦〜口角線術前角度 ($\angle C^\circ EF$) = 10° を例にとる。

両方法とも、測定スケールの目盛が1mm単位で刻まれているので、肉眼的に通常測定できる範囲は0.5mmである。そこで、二点間測定法で0.5mm変化した場合 ($2\Delta p=0.5$)、東北大式測定法ではどれくらい変化するかを計算してみると、表1に示す如くスケール面上1.304mmの変化 ($\Delta q=1.304$ mm) となり2.608倍の変化を示す。

逆に東北大式測定法で0.5mm変化した場合 ($\Delta q=0.5\text{mm}$)、二点間測定法では0.178mmの変化 ($2\Delta p=0.178$ mm) となる (表1)。この0.178mmという数値の変化は肉眼的にスケールを観察する場合、測定誤差の範囲となり通常真の変化としては取り扱わないものである。私共が臨床上肉眼的に患者頬部を観察していて、「腫脹が起きた」と肉眼的に感知するときは、既に東北大式測定法において0.5mm以上の変化を示していることを経験している。

表1 検出感度 ($\angle C^\circ EF=10^\circ$, $2k=80\text{mm}$ の場合)

			1	2	3	4	5
a	腫脹変化(度)	$\Delta \theta$	0°42′	1°24′	1°45′	3°24′	13°30′
b	二点間距離変化 (mm)	2 Δp	0.178	0.374	0.5	1.000	6.000
c	腫脹高変化 (mm)	Δq	0.5	1.000	1.304	2.476	10.340
d	検出感度 比(c / b) (倍)	Δq/2 Δp	2.809	2.673	2.608	2.476	1.723

これらのことから、医師が臨床上腫脹を感知し始めたときには、二点間測定法ではそれを具体的数字の変化としてはとらえにくい、東北大式測定法では可能であると言える。

つぎに、鼻根治手術後において抗腫脹剤を投与しない場合、腫脹の最高値がどの程度になるかをみると、外眦～口角間の二点間測定法で浜口ら⁴⁾は 6.2mm、山下ら¹⁾は 5.8mm と報告している。ここで、最高腫脹を二点間測定法で約 6 mm ($2\angle p = 6$, $\theta = 23^\circ 30' < 30^\circ$) とすると、東北大式測定法では 10.34mm ($4q$) となり、1.723 倍の検出感度を示すことになる(表 1)。

従って、鼻根治手術後の通常の頬部腫脹は二点間測定法では 0～6 mm の範囲の変化であり、この変化の範囲内では、東北大式測定法は 0～10.34mm の変化を示し二点間測定法の 1.7 倍以上の検出感度を有することになる。

2. 測定精度

軟部組織である凹凸な頬面を測定の対象とする場合、測定器のセットの不正確、測定者の癖等による誤差の他に、コントロールすることが難しいいろいろな環境因子による測定誤差が介入しやすい。従ってできるかぎり測定誤差の小さい、即ち、精度の高い測定法が望まれる。このことは、頬部腫脹のように数mm 単位の変化を正確に把握しようとする場合には特に重要なことである。

そこで、両測定法の測定精度について比較検討した。

東北大式測定法が、測定精度の面に関して二点間測定法に比し優れていると考えられる点は次の如くである。

(i) 二点間測定法においては、軟部組織面上に沿ってメジャーをセットするため、メジャーの密着度・緊張度を再現性よく一定にコントロールすることが難しい。東北大式測定法では測定器を眼窩外縁皮膚下硬骨に垂直にセットするため、基点が固定され、再現性よく測定器をセットすることができる。

(ii) 二点間測定法において、凹面を呈する頬部面上を腫脹前に測定しておくとならぬ腫脹後のその測定値が逆に小さくなるという現象が起こり得る(図 9)、東北大式測定法においては、このような場合でも腫脹度として正確に測定できる。

(iii) 東北大式測定法においては、頬部を測定するとき、コントロールとして左右プリズム上の鼻背の値を一定にセットするので、測定器のブレ、測定者の目ブレや手ブレ等の影響を常に一定の状態に調整することができる。

図 9 二点間距離測定図

実験例

東北大式測定法と二点間測定法の測定精度の差を実験例でもって示す。

両測定法について一定の訓練を受けた測定者 1 人が、被検者 4 人(男子 2 名、女子 2 名)を対象に連続 3 日間一定の時間間隔で計 13 回、両測定法を用いて同時に頬部を測定した(表 2)。

一般的に異なった測定法の精度の差を検定する場合、測定する物量が等価でない場合は厳密には検定することができない。しかし、規格化されたスケール上に刻まれた目盛を読み取ることによって一定の物量を測定する場合の精度の差は、平均値の大小に関係なく標準偏差の大小によっておおまかに論じることが可能である。

従って表 2 に示されている如く頬部測定時の標準偏差は、二点間距離測定法 1.05mm、東北大式測定法 0.50mm であり、後者の標準偏差は前者の約 1/2 であった。これらの結果から、東北大式測定法は二点間測定法に比し約 2 倍の測定

表2 測定精度
(N=13, mm)

被検者	測定部位	二点間距離		頬部高さ	
		平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
S・E・ (男)	左	80.2	±0.99	10.3	±0.56
	右	83.7	0.75	10.5	0.50
N・H・ (男)	左	76.8	1.34	9.2	0.32
	右	80.2	1.88	9.7	0.44
Y・Y・ (女)	左	74.0	0.71	11.8	0.53
	右	77.5	1.27	11.3	0.66
N・T・ (女)	左	70.5	0.88	14.7	0.44
	右	67.8	0.60	12.7	0.55
平 均			1.05		0.50

精度を有していると考えられる。

以上の諸点を考慮に入れると、頬部腫脹度が極端に高度でない場合、東北大式頬部腫脹計を用いた測定法は、検出感度および測定精度の点からして、

(i) 頬面の高さを観察した測定スケール目盛の少なくとも1mmの変化は信頼できる有意な変化としてとらえることができる。

(ii) (検出感度×測定精度)なる因子を有用度と考えた場合、本測定法は二点間測定法に比し、通常、 $(1.7\sim2.8\times2)=3.4\sim5.6$ 、即ち、約5倍の有用度を示す。

と結論づけられる。また、本測定器は、頬部面と接触しないために、生体との物理的接触を避けなければならないような頬部疾患の腫脹を測定するには好都合な測定方法であると言える。

V. 臨床応用について

東北大式頬部腫脹計を使用して、上顎癌の治療効果と頬部腫脹の変化の相関を見ることができ、また、鼻根治手術後の頬部腫脹の推移を的確にとらえることができる。

図10は、ある上顎癌患者の頬部腫脹の経過をグラフで示したものであるが、放射線量が増加するにつれて腫脹が減退していく様子がわかる。また、図11は、慢性副鼻腔炎患者の術後頬部腫脹の経過で、3名ともに2日目でピークに

達し、5～7日目で旧に復する様子が示されている。著者らは、さらに術後性頬部腫脹の薬物による抑制効果について本測定器を利用した検討結果を報告している⁶⁾。

このように、本測定器の応用範囲は広く、腫脹の客観化を可能にする点で、利用価値のある測定器であろう。

図10 上顎癌患者の照射療法に伴う頬部腫脹の変化

図11 慢性副鼻腔炎根治手術後の頬部腫脹の変化

Ⅵ. 結 語

1. 頬部腫脹の変化を鋭敏に把握できる測定器を考案し「東北大式頬部腫脹計」と名付けた。
2. 本測定器は、ヘルテル式眼球突出計を改良したもので、測定対象を頬面に移すために、眼球突出計を上下逆にし、さらに支持点とプリズムの間に 1 cm 幅のプラスチック板を挿入した。この改良により眼窩縁の下方約 1.7 cm の部位の頬面の測定が可能である。
3. 測定は、被検者と向合って座った測定者が、本測定器の支持点を被検者の両側眼窩外縁に軽く均等に於て、片眼にてプリズム面上に写る頬面と一致する目盛を読むことで完了するが、測定者の目の位置を常に一定にするために、コントロールとして鼻背の目盛を同時に読み、この値は測定毎にばらつかないようにする。また、支持点間の距離はスライディングスケールとして読むことができるので、これも被検者毎に一定に保つようにする。
4. 通常の頬部腫脹を測定する場合、本測定器を用いた方法は、二点間距離測定法に比較して約 1.7 倍以上の検出感度を有しており、腫脹が軽度であればあるほどその検出感度比は高くなる。
5. 本測定器を用いた測定法は、二点間距離測定法に比較して測定値のバラツキが少なく、約 2 倍高い測定精度を有している。
6. 本測定器を用いた測定法は、頬部腫脹の変化値を少なくとも 1 mm の単位まで信頼できる数値としてとらえることができる。
7. 本測定器は、上顎癌患者の放射線、化学療法による頬部腫脹の変化や、術後性頬部腫脹に対する薬剤効果判定のための頬部測定に用いることができる。

謝辞：本器開発のために、適切な助言と積極的な協力を戴いた、フナイ薬品工業株式会社総合研究所の諸氏に深謝致します。

参 考 文 献

- 1) 山下公一, 他: 新非ステロイド性消炎剤 BCP (5-n-Butyl-1-cyclohexyl-2,4,6-trioxoperhydropyrimidine) の耳鼻咽喉科領域における使用経験. 耳鼻臨床 60 : 2 ; 125, 1967.
- 2) 堀口申作, 他: 副鼻腔炎手術 (Caldwell-Luc 術式) 後の頬部腫脹に対する DA-398 の効果. 臨床と研究 46 : 7 ; 1671, 1969.
- 3) 佐藤良暢, 他: 慢性副鼻腔炎根治手術後の術後反応に対する FK-1160 の効果. 耳鼻臨床 65 : 12 ; 1382, 1972.
- 4) 浜口健, 他: A-4700 の抗腫脹効果 (臨床的検討). 基礎と臨床 8 : 5 ; 1672, 1974.
- 5) Bjorn, H. et al. : A photometric method of measuring the volume of facial swellings. J. dent. Res. 26 : 295, 1956.
- 6) 河本和友, 他: 慢性副鼻腔炎根治手術後の頬部腫脹に対するエスベリベン注の効果. 耳鼻臨床 69 : 3 ; 255, 1976.

原稿到着：昭和51年5月20日
別刷請求先：高坂知節
〒980 仙台市星陵町1-1
東北大学医学部耳鼻咽喉科学教室