

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ภาคผนวก ก

การเก็บข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิจัย

การเก็บข้อมูล

ข้อมูลเกี่ยวกับกะโหลกที่ทำการศึกษาวิจัยจะเก็บไว้ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์โดยแบ่งเป็นข้อมูลเบื้องต้นที่ยังไม่ได้ทำการวิเคราะห์ทางสถิติ จะเก็บไว้ในโปรแกรม WordStar และย้ายข้อมูลทั้งหมด เพื่อเก็บไว้ในระบบ Internet ส่วนข้อมูลที่จะวิเคราะห์ และคำนวณทางสถิติ จะใช้วิธีการคำนวณตามวิธีการ และหลักการสามมิติ

สถิติที่ใช้ในการคำนวณ

สถิติศาสตร์ที่ใช้ในการวิจัยมี 2 ประการ คือสถิติพรรณนา (Descriptive statistics) และสถิติอนุมาน (Inferential statistics)

สถิติพรรณนา

ในตารางแสดงค่าการวัดต่าง ๆ ที่ใช้เครื่องหมาย และค่าสถิติดังต่อไปนี้

n = จำนวนกะโหลกที่ทำการวัดหรือคำนวณ

Mean = มัชฌิมเลขคณิต (Arithmetic mean) คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลทั้งหมด

$$\text{ซึ่งหาได้จาก } \text{Mean} = \frac{\sum X_i}{n}$$

โดย $\sum X_i$ คือ ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด

SD = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)

$$\text{ซึ่งหาได้จาก } \text{SD} = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

สถิติอนุมาน

ในส่วนนี้จะเป็นการทดสอบหาความแตกต่างของค่าเฉลี่ย 2 กลุ่ม คือวิธีการวัดที่ทำการศึกษาโดยการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างหมู่โดยหาค่า p-value (p คือความน่าจะเป็นของความแตกต่าง) ซึ่งใช้การแจกแจง t (t-test) เนื่องจากมีความเหมาะสมกับการทดสอบข้อมูลเมื่อประชากรทั้งสองกลุ่มมีการแจกแจงแบบปกติ และไม่ทราบ variance จากประชากรที่ 1 และ 2 แต่ทราบว่า variance ทั้งสองเท่ากันในกรณีเช่นนี้จะใช้ pooled variance (S_p^2) มาหาค่า Standard error (S_p) จะคำนวณได้จากสูตรดังนี้

$$S_p^2 = [S_1^2 (n_1 - 1) + S_2^2 (n_2 - 1)] / [n_1 + n_2 - 2]$$

เมื่อ S_1^2, S_2^2 = ความแปรปรวนของตัวอย่างที่สุ่มมาจากประชากรที่ 1 และ 2

ตามลำดับ ในการทดสอบใช้ t-test ซึ่งมีสูตรดังนี้

$$t = [(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)] / S_p \sqrt{(1/n_1 + 1/n_2)}$$

ซึ่งจะมีชั้นความเป็นอิสระ = $n_1 + n_2 - 2$

เมื่อ $\bar{X}_1, \bar{X}_2$ = ค่าเฉลี่ยของตัวอย่างที่สุ่มจากประชากรที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

μ_1, μ_2 = ค่าเฉลี่ยของประชากรที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

n_1, n_2 = ขนาดตัวอย่างที่สุ่มจากประชากรที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

S_p = ค่ารากที่สองของ pooled variance (S_p^2)

ภาคผนวก ข

ภาคผนวก ข

วิธีการและหลักการสามมิติ

เขียนโดย Associate Professor Dr. B. F. Leach

Archaeozoology Laboratory Museum of New Zealand

**Comments on Translating Cranial Coordinates
Between Axis Systems,
and the Calculation of Distances and Angles**

Foss Leach
Archaeozoology Laboratory
Museum of New Zealand

17 May 1995

Translating the cranial coordinates which have been recorded in an arbitrary axis system into a series relevant to a standard axis system for the cranium, in theory, involves two simple steps - shifting the origin, and then rotating the axes.

However, there are a number of factors which serve to complicate this process. One of them is that many skulls have missing landmarks, and are simply left blank. In a Fortran program, these are automatically interpreted as zero. The software designed to do the translation must be capable of recognising missing values and taking appropriate action. If not, new coordinates will be generated in the standard axis system which simple inspection will fail to recognise, because they look perfectly reasonable. This problem was inherent in the material published by Houghton and De Souza, who unwisely used software written by a third party (myself), without consultation, for purposes for which it was not intended. As a result, the translated coordinates contain numerous incorrect values, and the resulting factor analysis carried out on this data is largely nonsense. The fact that some plausible results appeared in this analysis, shows how durable parametric multivariate statistical techniques can be, even in the face of corrupt input data.

In addition to this problem, despite very careful attention to detail, the person recording coordinates in an arbitrary axis system can, and does, make mistakes. The problem here is that the coordinates by themselves do not convey any obvious meaning which relates to the cranium being examined, precisely because the axis system is arbitrary. If the axis system were a standard one for all crania during measurement, coordinates which were incorrect, such as the decimal point being in the wrong place, would be easily recognised, because the value stands out as being substantially different to previous recorded values for this landmark on other crania. No such simple checks are available when one is using an arbitrary axis system. Such errors can only be recognised if special inspection software is written, or translated coordinates are carefully inspected for inconsistencies. When these are found, the whole cranium must normally be measured a second time, because in an arbitrary axis system there is usually no way of knowing what the problem was due to and how to correct it. Once again, the material published by Houghton and De Souza, using my original software, incorporated no such checks.

For these two, and other, reasons, I decided not to release a simple translating program for cranial coordinates. In the wrong hands, such a program can easily be incorrectly used, producing plausible results which are nonsense. This kind of research is not easily automated, and therefore the software should not be put in the hands of automatons.

The mathematics of translating coordinates between systems should be thoroughly familiar to any schoolboy studying mathematics by the fifth year secondary school level. This involves two simple steps:

1: Shift the origin

What is involved here is simply a matter of determining the coordinates of the standard origin in the arbitrary coordinate system, and then making the shift. The standard origin is situated at the point of bisection of the line joining the left and right Porion. This coordinate, which I shall call x_0, y_0, z_0 , can then be subtracted from all other coordinates, viz:

$$\begin{aligned}x' &= x - x_0 \\y' &= y - y_0 \\z' &= z - z_0\end{aligned}$$

2: Rotate axes

Once again, the mathematics involved here is quite simple. One must first find the direction cosines of each of the standard axes, in the arbitrary axis system, viz:

the new X axis is +ve towards the right Porion
the new Y axis is +ve towards Nasion
the new Z axis is +ve in the general direction of Bregma

The direction cosines are:

l_1, m_1, n_1 for the new x axis
 l_2, m_2, n_2 for the new y axis
 l_3, m_3, n_3 for the new z axis

If x_1, y_1, z_1 are the coordinates of the Right Porion, then any coordinate in the arbitrary axis system can be rotated into coordinates in the standard axis system with:

$$\begin{aligned}x' &= l_1 x_1 + m_1 y_1 + n_1 z_1 \\y' &= l_2 x_1 + m_2 y_1 + n_2 z_1 \\z' &= l_3 x_1 + m_3 y_1 + n_3 z_1\end{aligned}$$

Having translated all coordinates into the standard axis system, is now a simple matter to investigate bilateral asymmetry, and calculate distances and angles between points.

3: Calculate Inter-Point Distance

For two points x_1, y_1, z_1 and x_2, y_2, z_2 , if none of the values are missing, then:

$$\text{distance}^2 = (x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2$$

4: Calculate Inter-Point Angle

Assuming that three points have coordinates for point 1 (x_1, y_1, z_1), point 2 (x_2, y_2, z_2) and point 3 (x_3, y_3, z_3), and none of these have missing values, then these three points define an angle between the two lines 1/2 and 3/2. The angle θ between these two lines may be found as follows:

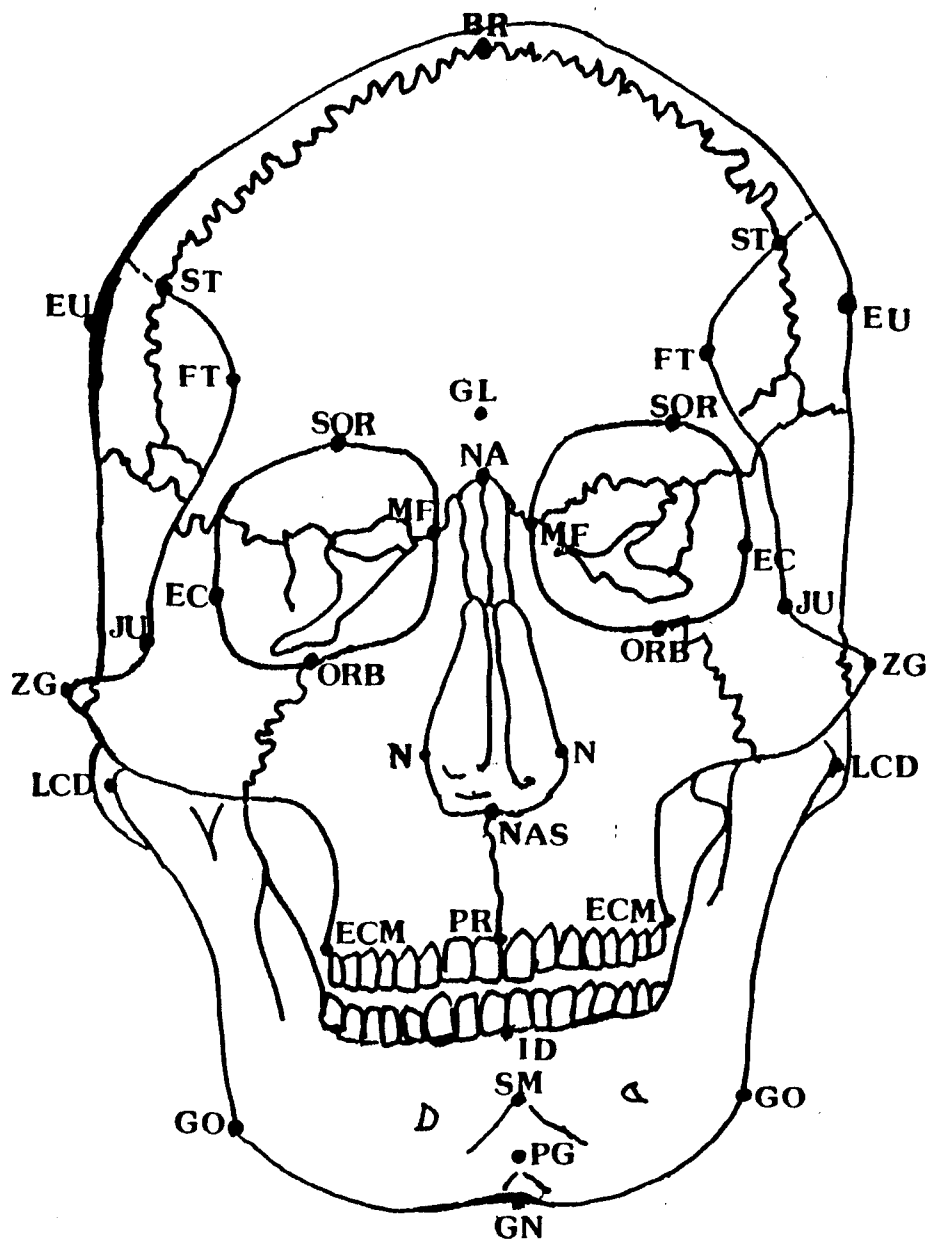
$$\begin{aligned}\text{If } l_1, m_1, n_1 &= \text{the direction cosine of the line between points 1 and 2} \\ \text{and } l_2, m_2, n_2 &= \text{the direction cosine of the line between points 3 and 2} \\ \text{then } \theta &= \cos^{-1}(l_1 l_2 + m_1 m_2 + n_1 n_2)\end{aligned}$$

ภาคผนวก ค

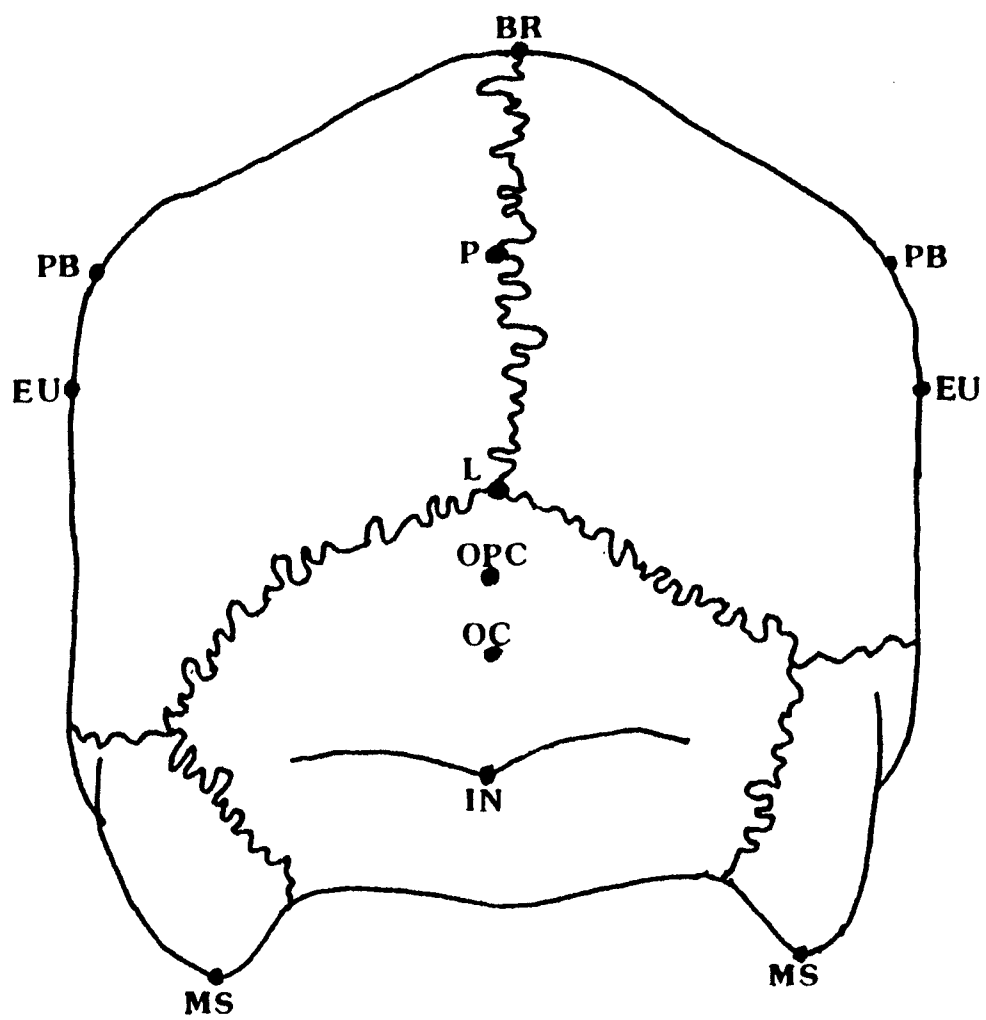
ภาคผนวก ก

ภาพประกอบที่ใช้ในการศึกษาวิจัย

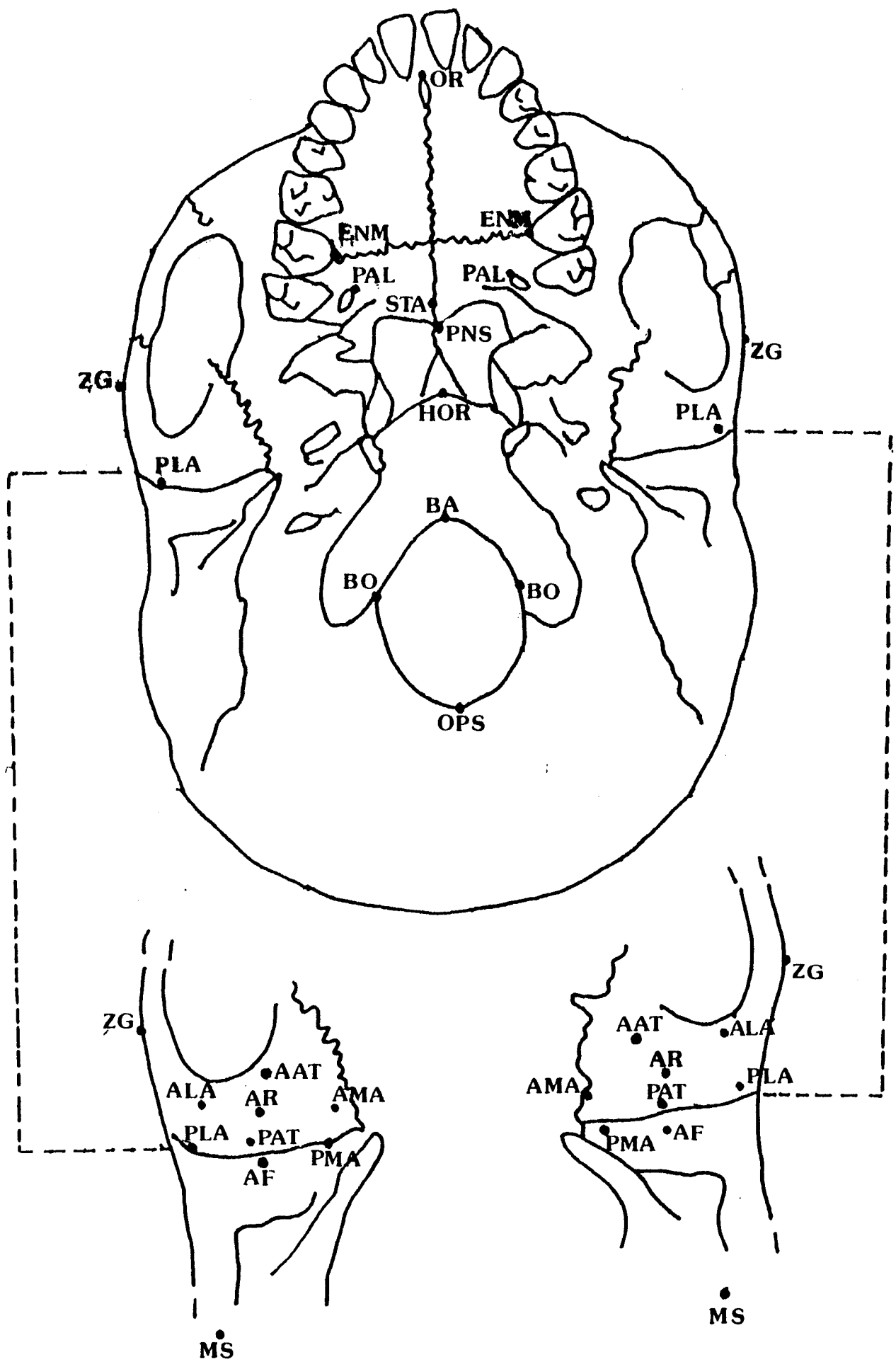
ภาพที่ 1 แสดงจุดอ้างอิงต่าง ๆ ด้านหน้าของกะโหลก
(norma frontalis)



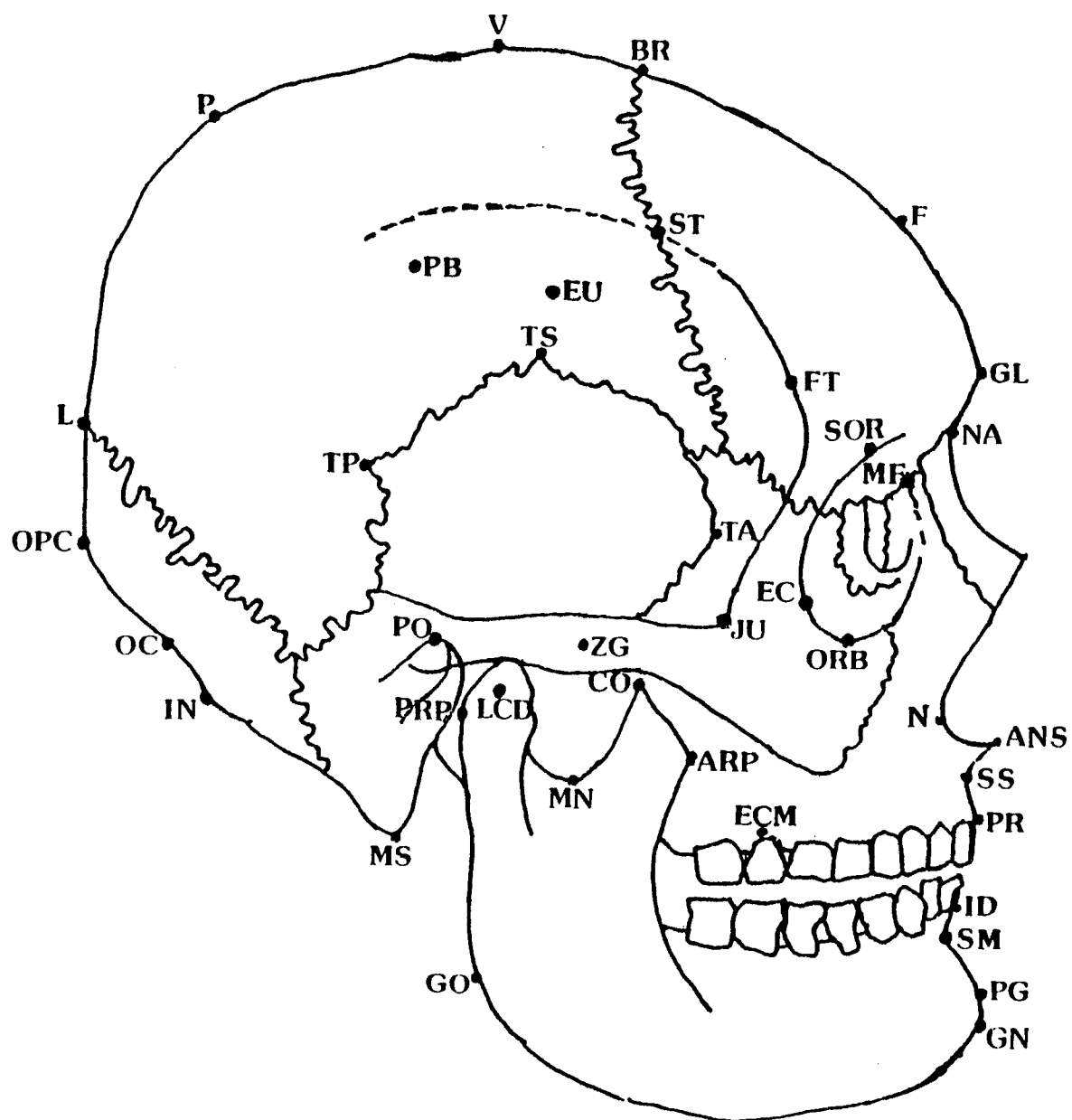
ภาพที่ 2 แสดงจุดอ้างอิงต่าง ๆ บนด้านหลังของกะโหลก
(norma occipitalis)



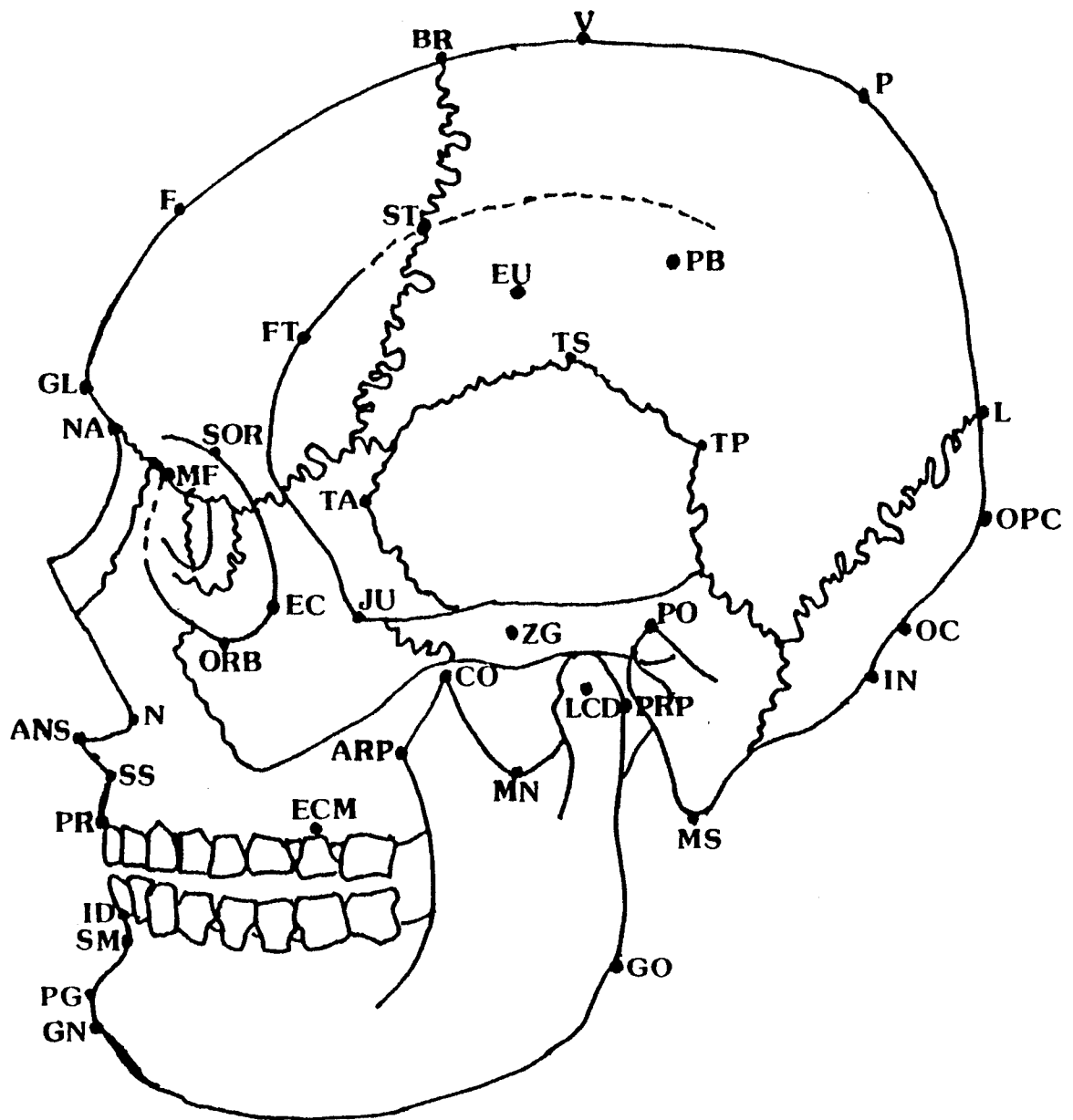
ภาพที่ 3 แสดงจุดอ้างอิงต่าง ๆ บนฐานของกะโหลก
(norma basalis)



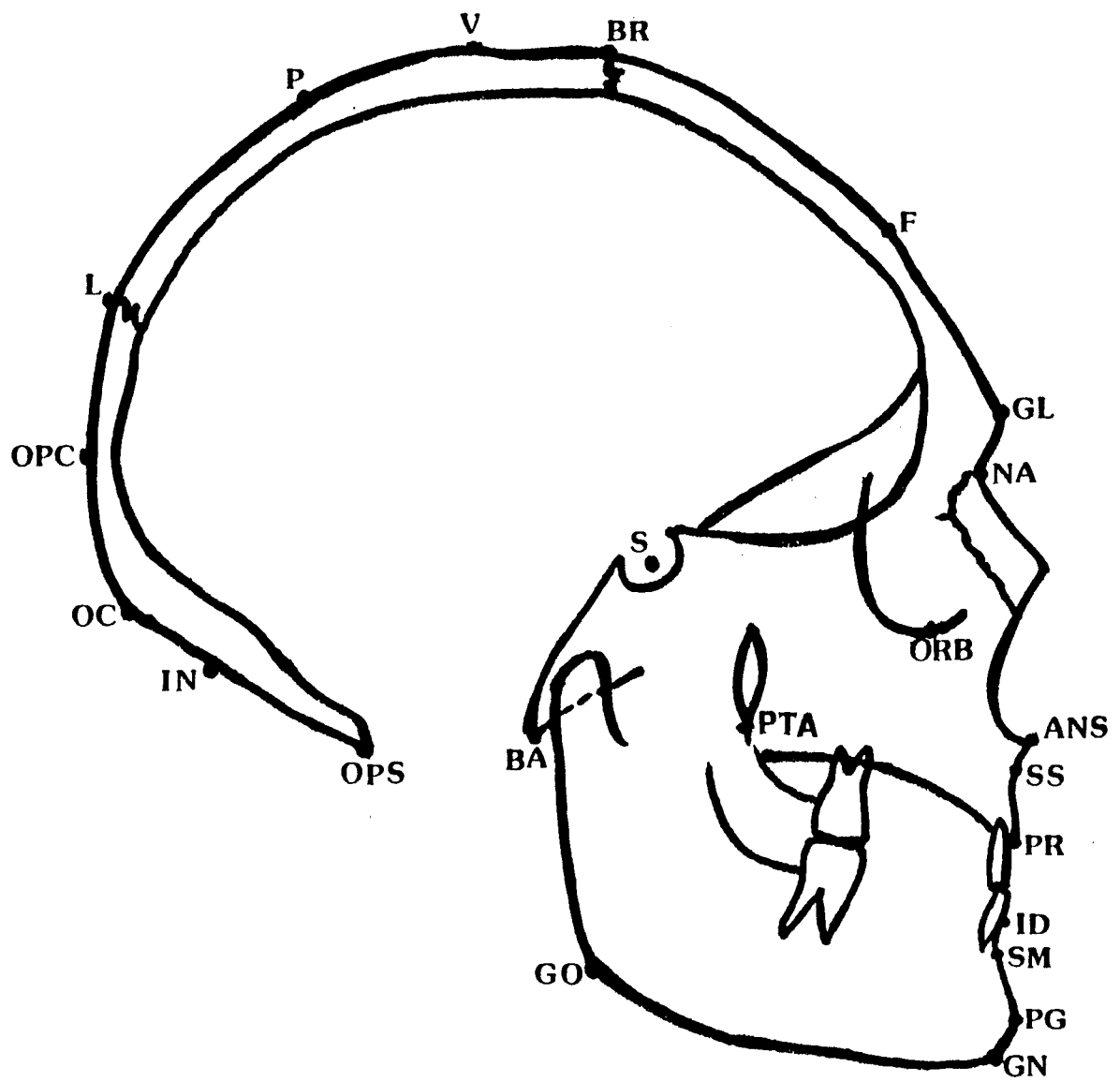
ภาพที่ 4 แสดงจุดอ้างอิงต่าง ๆ บนคานขาของกะโหลก
(right norma lateralis)



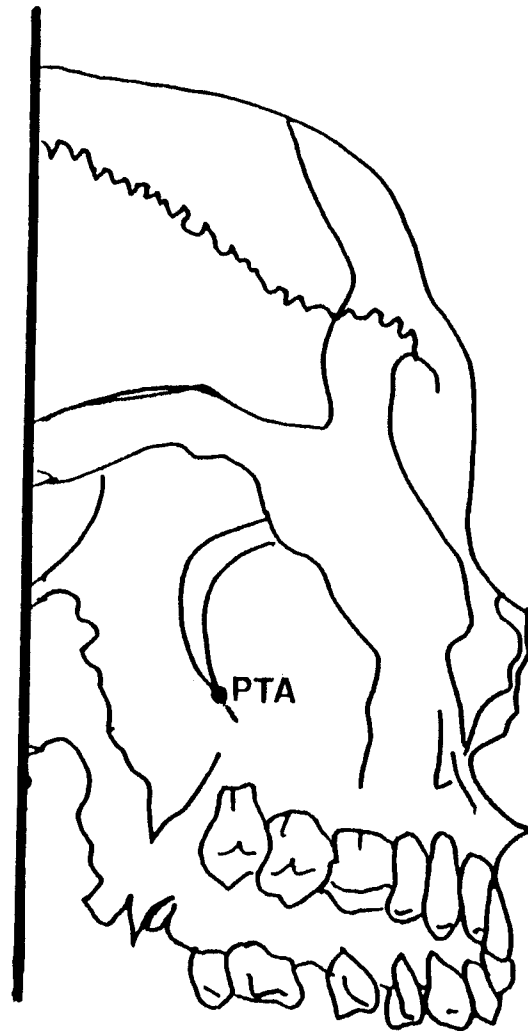
ภาพที่ 5 แสดงจุดอ้างอิงต่าง ๆ บนด้านซ้ายของกะโหลก
(left norma lateralis)



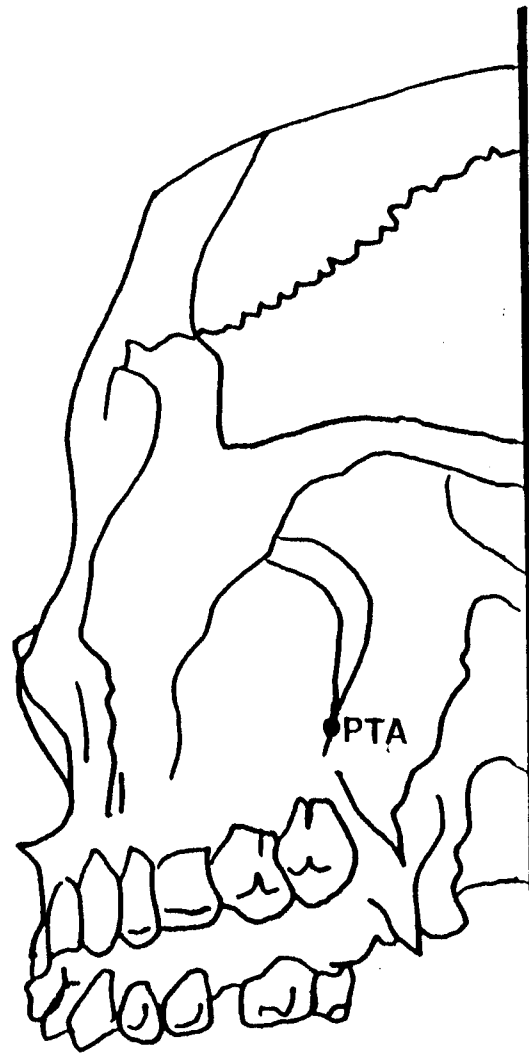
ภาพที่ 6 แสดงจุดอ้างอิงต่าง ๆ ทั้งด้านใน และด้านข้างของกะโหลก
(inner and lateralis)



ภาพที่ 7 แสดงจุดอ้างอิง Right Pterygomaxillary Articulare (PTA)



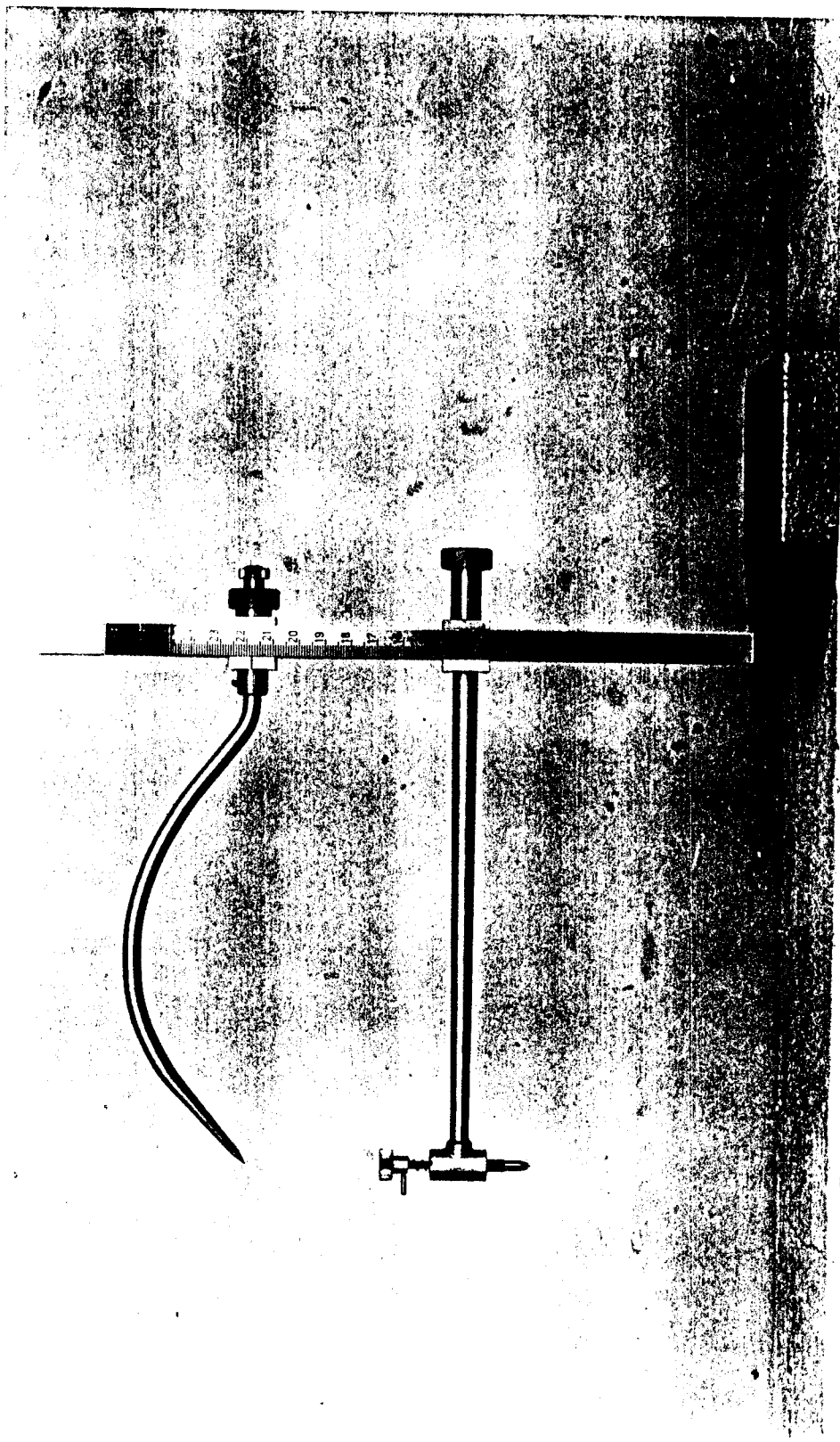
ภาพที่ 8 แสดงจุดอ้างอิง Left Pterygomaxillary Articulare (PTA)



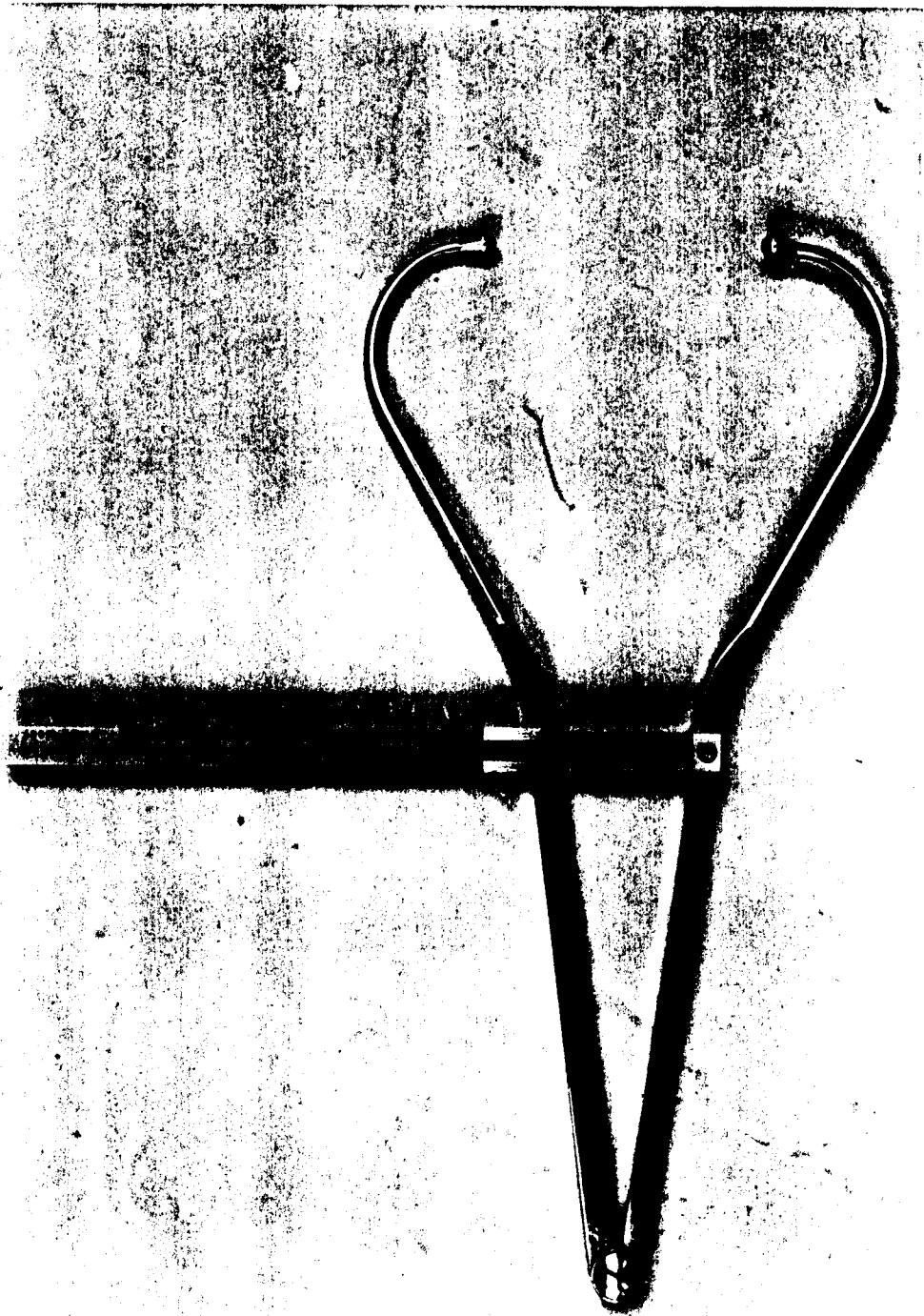
ภาพที่ 9 แสดงอุปกรณ์ และวิธีการวัดแบบสามมิติ
(Three-dimensional measurement)



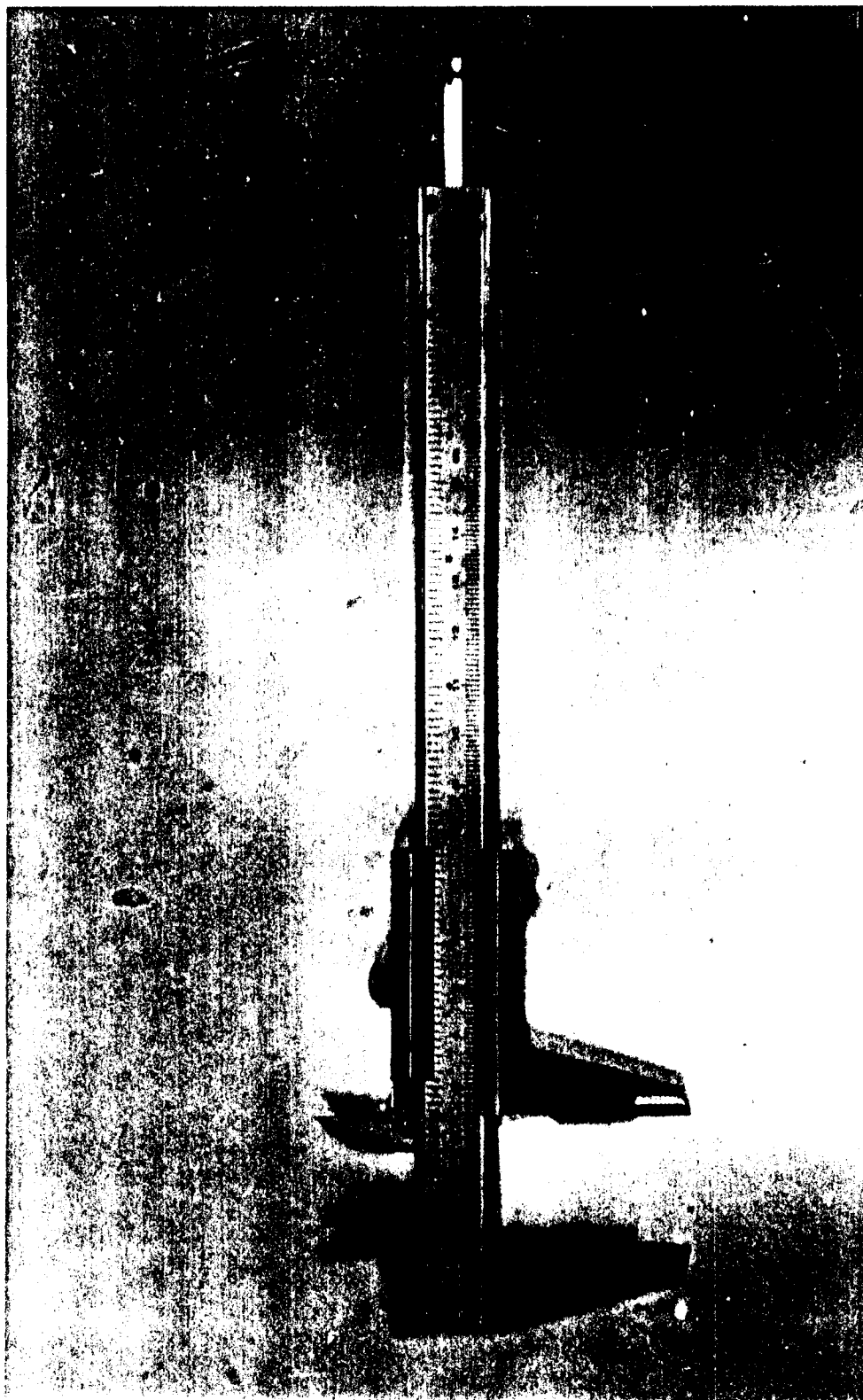
ภาพที่ 10 แสดง Diagraph

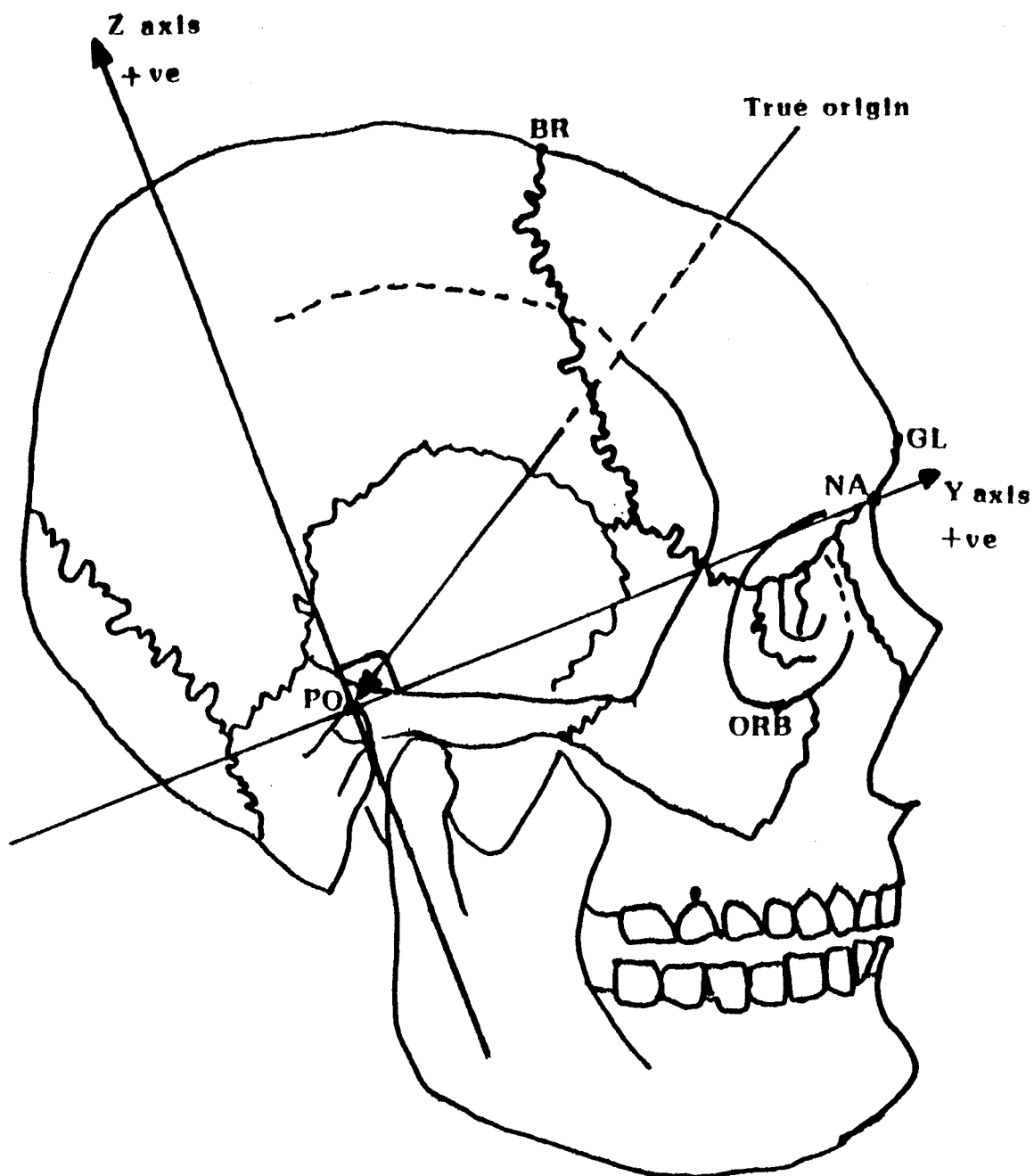


ภาพที่ 11 แสดง Spreading Calipers

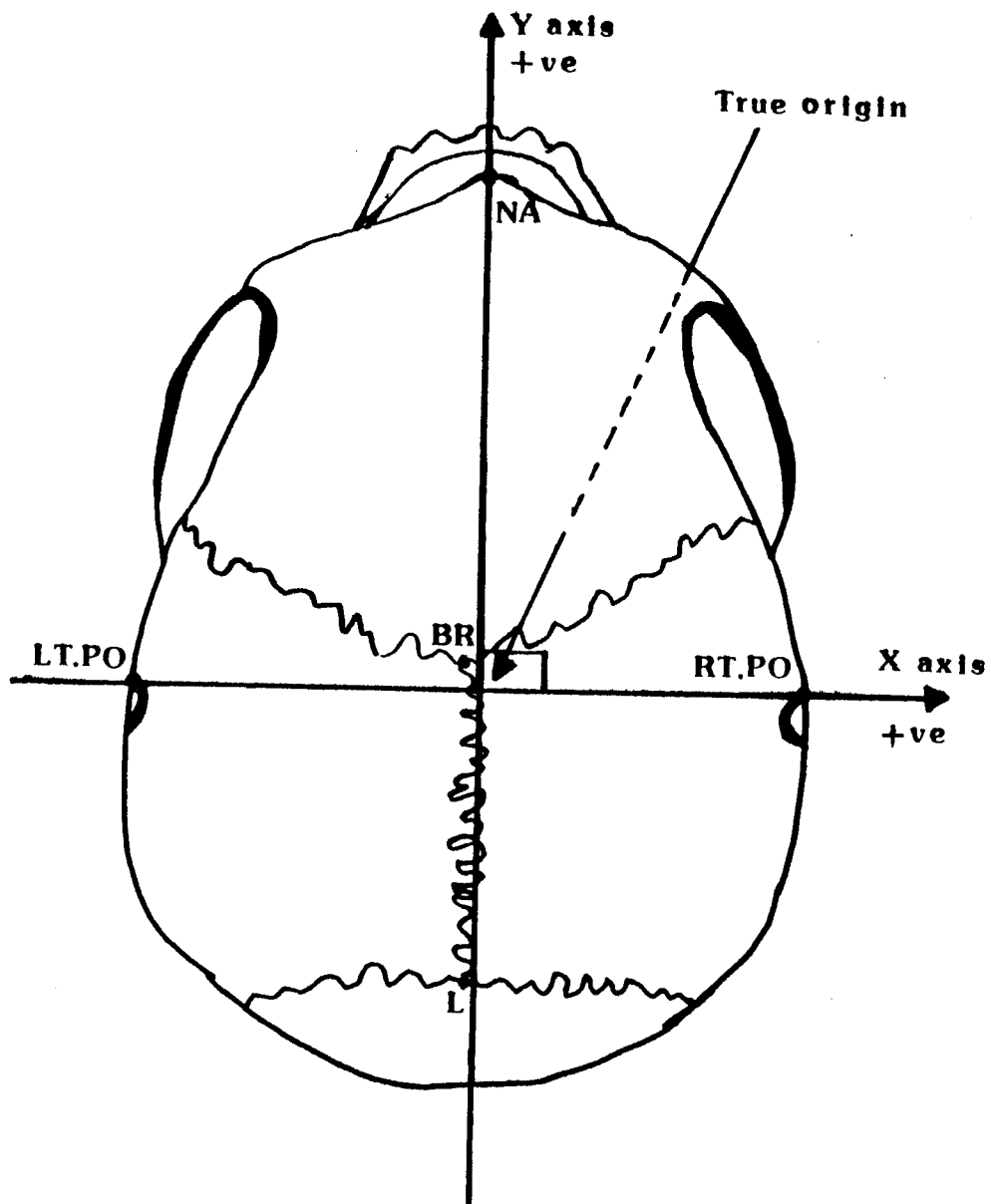


ภาพที่ 12 แสดง Sliding Calipers

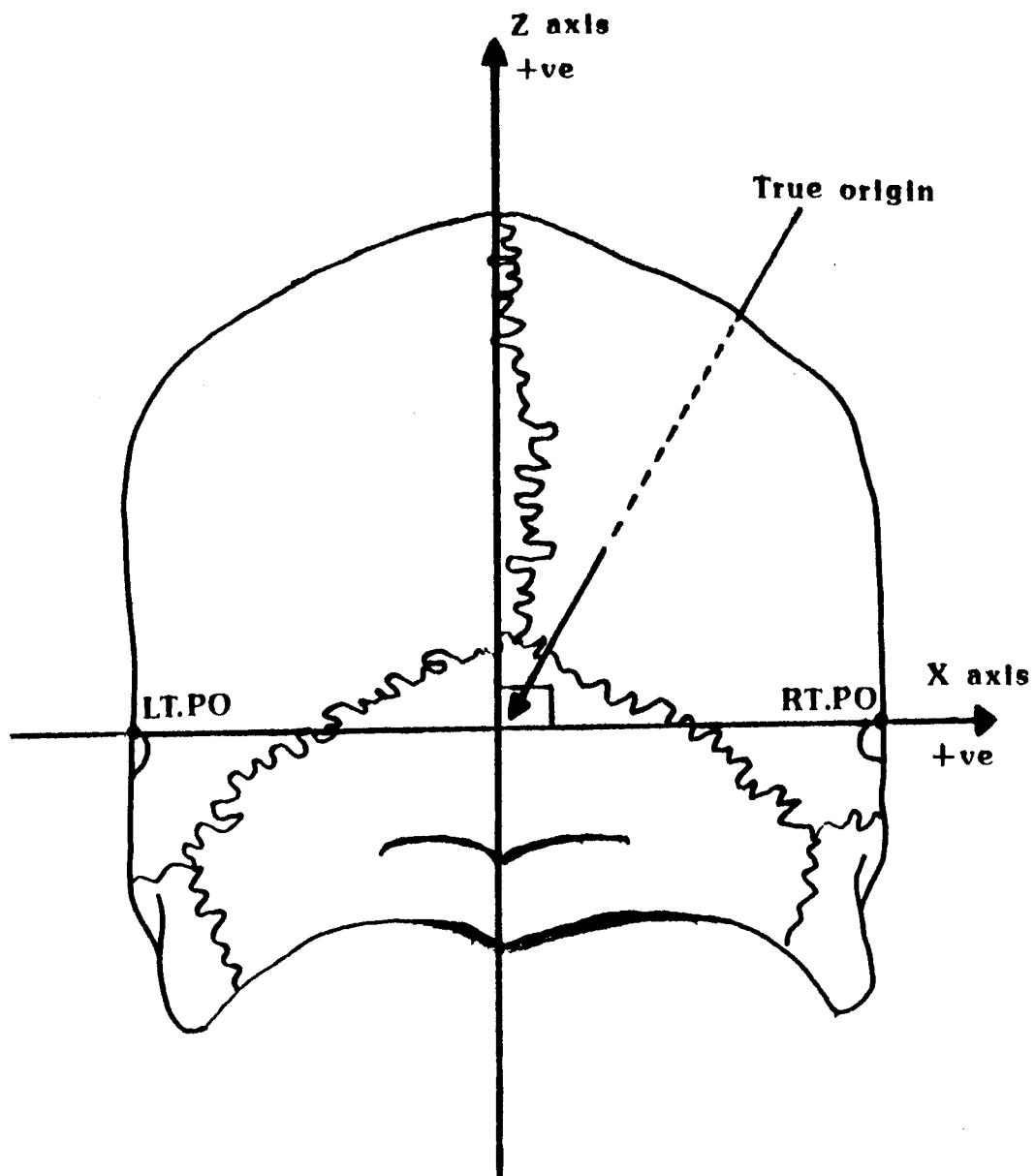




ภาพที่ 15 แสดงแนวแกน Z มาตรฐาน (standard Z-axis)



ภาพที่ 14 แสดงแนวแกน Y มาตรฐาน (standard Y-axis)



ภาพที่ 13 แสดงแนวแกน X มาตรฐาน (standard X-axis)