



บรรณานุกรม

1. Peterson, L., Spencer, R., and Andreasen, G., "A comparison of frictional resistance for nitinol and stainless steel wire in edgewise brackets", Quintessence Int., 536-571, 1982.
2. Frank, C.A., and Nikolai, R.J., "A comparative study of frictional resistance between orthodontic bracket and archwire", Am. J. Orthod., 78, 593-609, 1980.
3. Echols, P.M., "Elastic ligatures, binding forces and anchorage taxation", Am. J. Orthod., 67, 219-220, 1975.
4. Riley, G.L., Garrett, S.G., and Moon, P.C., "Frictional forces of ligated plastic and metal edgewise brackets", J. Dent. Res., 58, 98, 1979.
5. Tidy, D.C., "Frictional forces in fixed appliances", Br.J. Orthod., 14(4), 316-317, 1987.
6. Garner, L.D., Allai, W.W., and Moore, B.K., "A comparison of Frictional forces during simulated canine retraction of a continuous edgewise arch wire", Am. J. Orthod. Dentofac.Orthop., 90, 199-203, 1986.
7. Kusy, R.P., Whitley, J.G., Mayhew, M.J., and Buckthal, J.E., "Surface roughness of orthodontic archwire: via Laser spectroscopy", Angle Orthod., 33-45, 1988.
8. ชุมนุมวิชาการคณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ผลิตภัณฑ์ 1, หน้า 100-105, คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร, 2521.

9. สมศักดิ์ คำปิลิว, กลศาสตร์วิศวกรรม ภาคสถิตศาสตร์, หน้า 534-540,  
สำนักพิมพ์เพชรรัตน์การนิมน์, กรุงเทพมหานคร, 2526.
10. วรณ คุณวาสิ, ไฮดรอลิกส์, หน้า 192-194, สำนักพิมพ์ไทยวัฒนานาณิช,  
กรุงเทพมหานคร, 2529.
11. ชมรมการศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คอมแพคท์ ฟิลิกส์,  
หน้า 59-62, คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร,  
2518.
12. ช่างู ถนัดงาน, สถิตศาสตร์, หน้า 163-169, ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล  
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า วิทยาเขตพระนครเหนือ,  
กรุงเทพมหานคร, 2523.
13. Proffit, W.R., and Fields, H.W., Contemporary Orthodontics,  
pp. 228-245, 256-266, C.V. Mosby Co., St. Louis, 1986.
14. Reitan, K., "Biomechanical principles and reactions", Orthodontics:  
Current Principles and Techniques (Graber, T.M. and B.F.  
Swain, eds.) pp. 101-192, C.V. Mosby Co., St. Louis, 1985.
15. Gianelly, A.A., and Goldman, H.M., Biologic Basis of Orthodontics,  
pp. 117-202, Lea & Febiger, Philadelphia, 1971.
16. Geiger, A., and Hirschfeld, L., Minor tooth movement in general  
practice, pp. 167-182, C.V. Mosby Co., St. Louis, 3rd ed.,  
1974.
17. Avery, J.K., Oral Development and Histology, William & Wilkins,  
Baltimore, 1987.
18. Thurow, R.C., Edgewise Orthodontics, pp. 42-53, 162-195,  
C.V. Mosby Co., St. Louis, 4th ed., 1982.
19. Tidy, D.C., "Frictional forces in fixed appliances" Am. J.  
Orthod. Dentofac. Orthop., 96, 249-254, 1989.
20. Kapilla, S., Angolkar, P., Duncanson Jr., and Nanda, R.S.,

- "Effect of wire size and alloy on bracket-wire friction",  
Research Manuscript, 1989.
21. Drescher, D., Bourauel, C., and Schumacher, H., "Frictional forces between bracket and arch wire," Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop., 96, 397-404, 1989.
  22. ระเบียบ สงวนทรัพย์, นิตยสารทันตกรรมศึกษา, สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพมหานคร, 2529.
  23. Mc Graw-Hill Encyclopedia of Science and Technology, Mc Graw-Hill Book Co., New York, 1971.
  24. Feeney, F., Morton, J., and Burstone, C., "The Effect of Bracket Width on Bracket-Wire Friction", J. Dent. Res., 67, 359, 1988.
  25. Baker, K.L., Neilberg, L.G., Weimer, A.D., and Hanna, M.A., "Frictional change in force values caused by saliva substitution", Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop., 91, 316-320, 1987.
  26. Thurow, R.C., "Elastic ligatures, binding forces and anchorage taxation", Am. J. Orthod., 67, 694, 1975.
  27. Pratten, D.H., Popli, K., Germane N., and Gunsolley, J.C., "Frictional resistance of ceramic and stainless steel orthodontic brackets", Research Manuscript, 1989.
  28. Stannard, J.G., Gau, J.M., and Hanna, M.A., "Comparative friction of orthodontic wires under dry and wet condition", Am. J. Orthod., 89, 485-491, 1986.
  29. Koran, A., Craig, R.G., and Tillitson, E.W., "Coefficient of friction of prosthetic tooth materials", J. Prosthet. Dent., 27, 269-274, 1972.

30. Kusy, R.P., and Whitley, J.Q., "Effect of surface roughness on frictional coefficients of archwires", J. Dent. Res., 67, 361, 1988.
31. Sarkar, N.K., Redmond, W., Schwaninger, B.M., and Goldberg, J.A., "The chloride corrosion behavior of four orthodontic archwire", J. Dent. Res., 58, 98, 1979.
32. Sarkar, N.K., and Schwaninger, B.M., "The In Vivo Corrosion of Nitinol Wire", J. Dent. Res., 59, 528, 1980.
33. Clinard, K., von Fraunhofer, J.A., and Kuftinec, M.M., "The Corrosion Susceptibility of Modern Orthodontic Spring Wires", J. Dent. Res., 60, 628, 1980.
34. Schwaninger, B., Sarkar, N.K., and Foster, B.E., "Effect of long-term immersion corrosion on the flexural properties of nitinol", Am. J. Orthod., 82, 45-49, 1982.
35. Edie, J.W., Andreasen, G.F., and Zaytoun, M.P., "Surface Corrosion of Nitinol and Stainless Steel Under Clinical Conditions", Angle. Orthod., 51, 319-324, 1981.
36. Mayhew, M.J., and Kusy, R.P., "Effects of sterilization on the mechanical properties and the surface topography of nickel-titanium arch wires", Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop., 93, 232-236, 1988.
37. Buckthal, J.E., and Kusy, R.P., "Effects of cold disinfectants on the mechanical properties and the surface topography of nickel-titanium archwires", Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop., 94, 117-122, 1988.
38. Greenberg, A.R., and Kusy, R.P., "A Survey of Specialty Coatings for Orthodontic Wires", J. Dent. Res., 58, 98, 1979.

39. Kusy, R.P., Andrews, S.W., and Norling, B.K., "Sputter Coating and Ion Implantation of Model Orthodontic Appliances", J. Dent. Res., 68, 386, 1989.
40. Kusy, R.P., and Whitley, J.Q., "Effects of sliding velocity on the coefficients of friction in a model orthodontic system", Dent. Mater., 5, 235-240, 1989.
41. Phillips, R.W., Skinner's Science of Dental Materials, pp. 28-62, 589-612, W.B. Saunders Co., Philadelphia, 8th ed., 1982.
42. Garner, E.H., Harcourt, J.K., and Lautenschlager, E.G., Material Science in Dentistry, pp. 205-212, The Willia & Wilkins Co., Baltimore, 1980.
43. Rocky Mountain/Orthodontics, "Elgiloy and Truchrome Stainless Steel", Division of Rocky Mountain, Associates International Inc., Denver, 1977.
44. Farzin-Nia, F., Ormco Corporation, 1332 South Lone Hill Avenue, Glendora, CA 91740, Personal Communication.

ภาคผนวก ก.

ส่วนประกอบของลาวดในการวิจัยนี้

ส่วนประกอบของลาวดเหล็กกล้าไร้สนิมออสเตนนิติก

ส่วนประกอบของลาวดเหล็กกล้าไร้สนิมออสเตนนิติก ชื่อการค้าว่า สเตนเลส สตีล  
ซึ่งผลิตโดยบริษัทออร์มโก คอร์ปอเรชั่น มีดังนี้ (44)

โครเมียม	19	เปอร์เซ็นต์
นิกเกิล	10	เปอร์เซ็นต์
แมงกานีส	2	เปอร์เซ็นต์
ซิลิคอน	1	เปอร์เซ็นต์
คาร์บอน	0.08	เปอร์เซ็นต์
เหล็ก	ที่เหลือ	

ส่วนประกอบของลาวดโลหะผสมโคบอลต์-โครเมียม-นิกเกิลชนิดนี้

ส่วนประกอบของลาวดโลหะผสมโคบอลต์-โครเมียม-นิกเกิล ชนิดนี้ ชื่อการค้าว่า  
เอลจิลอยส์ฟ้า ผลิตโดยบริษัทรอกกี เมทาเทน ออร์โศดอนติกส์ มีส่วนประกอบดังนี้ (43)

โครเมียม	20	เปอร์เซ็นต์
นิกเกิล	15	เปอร์เซ็นต์
โคบอลต์	40	เปอร์เซ็นต์
โมลิบดีนัม	7	เปอร์เซ็นต์
แมงกานีส	2	เปอร์เซ็นต์
เบริลเลียม	0.04	เปอร์เซ็นต์
คาร์บอน	0.15	เปอร์เซ็นต์
เหล็ก	ที่เหลือ	

ภาคผนวก ข.

การวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis)

ลวดเหล็กกล้าไร้สนิมออสเทนนิติกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.016 นิ้ว

Static Friction at .01 mm (Grams)

```

-----
O 1 : .99
O 2 : .59
O 3 : .69
O 4 : .72
O 5 : .38
O 6 : .72
O 7 : .47
O 8 : .89
O 9 : .52
O 10 : .9
O 11 : .22
O 12 : .28
O 13 : .57
O 14 : .91
O 15 : .87
O 16 : .39
O 17 : .82
O 18 : .48
O 19 : .56
O 20 : .82
-----
O 21 : .82
O 22 : .86
O 23 : .56
O 24 : .39
O 25 : .67
O 26 : .61
O 27 : .85
O 28 : .96
O 29 : .81
O 30 : .79
O 31 : .2
O 32 : .78
O 33 : .59
O 34 : .79
O 35 : .3
O 36 : .37
O 37 : .16
O 38 : .29
O 39 : .57
O 40 : .84

```

**DESCRIPTIVE STATISTICS**

```

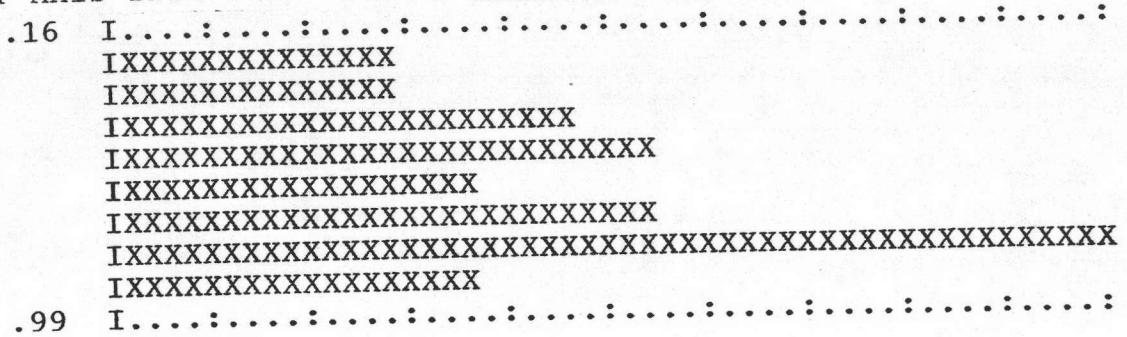
sample statistics
MEAN = .6250001
MEDIAN = .64
MODE = .82
VARIANCE = .0549281
STD. DEV. = .2343674
RANGE = .8300001
MINIMUM = .16
MAXIMUM = .99
N = 40
2ND MOMENT = 5.355487E-02
3RD MOMENT = -4.542798E-03
4TH MOMENT = 5.650461E-03
COEF. OF SKEWNESS = -.3665429
COEF. OF KURTOSIS = 1.97009
SUM X = 25.00001
SUM X^2 = 17.7672

```

## DESCRIPTIVE STATISTICS

INTERVAL	MIN= .16 FREQUENCY	MAX= .99 PERCENT
.16 - .265	3	7.14%
.265 - .37	3	7.14%
.37 - .475	5	11.90%
.475 - .58	6	14.28%
.5800001 - .6850001	4	9.52%
.6850001 - .7900001	6	14.28%
.79 - .895	11	26.19%
.895 - 1	4	9.52%

Y-AXIS INTERVAL= .105    MAXIMUM FREQUENCY= 11





ลวดเหล็กกล้าไร้สนิมออสเตนนิติกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.018 นิ้ว

Static Friction at .01 mm (Grams)

```

-----
O 1 : .29
O 2 : .49
O 3 : .19
O 4 : 1.02
O 5 : .39
O 6 : .24
O 7 : .72
O 8 : .19
O 9 : .92
O 10 : .64
O 11 : .32
O 12 : .9
O 13 : .18
O 14 : .37
O 15 : .59
O 16 : .47
O 17 : .82
O 18 : .92
O 19 : .24
O 20 : .98
-----
O 21 : .22
O 22 : .44
O 23 : .59
O 24 : .44
O 25 : .58
O 26 : .21
O 27 : .37
O 28 : .67
O 29 : 1.02
O 30 : .19
O 31 : .22
O 32 : .38
O 33 : .99
O 34 : .48
O 35 : .92
O 36 : .58
O 37 : .2
O 38 : .97
O 39 : .64
O 40 : .38

```

### DESCRIPTIVE STATISTICS

```

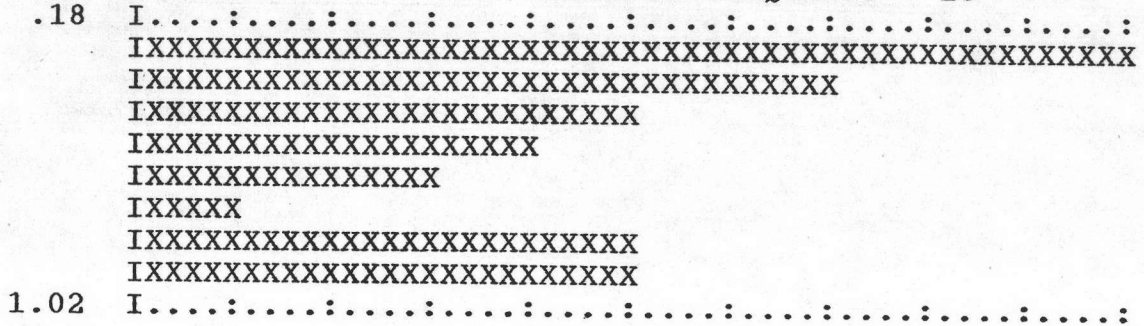
                                sample statistics
MEAN                            = .5342499
MEDIAN                          = .475
MORE THAN ONE MODE
VARIANCE                        = .0804867
STD. DEV.                      = .2837018
RANGE                           = .84
MINIMUM                        = .18
MAXIMUM                         = 1.02
N                               = 40
2ND MOMENT                     = 7.847452E-02
3RD MOMENT                     = 8.859396E-03
4TH MOMENT                     = 1.119027E-02
COEF. OF SKEWNESS              = .4030056
COEF. OF KURTOSIS              = 1.817118
SUM X                          = 21.37
SUM X^2                        = 14.5559

```

### DESCRIPTIVE STATISTICS

INTERVAL	MIN= .18 FREQUENCY	MAX= 1.02 PERCENT
.18 - .28625	10	25.00%
.28625 - .3925	7	17.50%
.3925 - .49875	5	12.50%
.49875 - .605	4	10.00%
.605 - .71125	3	7.50%
.71125 - .8175	1	2.50%
.8175 - .92375	5	12.50%
.92375 - 1.03	5	12.50%

Y-AXIS INTERVAL= .10625    MAXIMUM FREQUENCY= 10



ลวดเหล็กกล้าไร้สนิมมอดสแตนนิติกขนาด 0.016x0.016 นิ้ว

Static Friction at .01 mm (Grams)

-----  
 O 1 : .49  
 O 2 : .59  
 O 3 : .58  
 O 4 : .52  
 O 5 : .72  
 O 6 : .37  
 O 7 : .59  
 O 8 : .91  
 O 9 : .59  
 O 10 : .8  
 O 11 : .36  
 O 12 : .74  
 O 13 : .27  
 O 14 : .24  
 O 15 : .84  
 O 16 : .27  
 O 17 : .16  
 O 18 : .6  
 O 19 : .78  
 O 20 : .9

-----  
 O 21 : .27  
 O 22 : .67  
 O 23 : .84  
 O 24 : .83  
 O 25 : .82  
 O 26 : .68  
 O 27 : .21  
 O 28 : .49  
 O 29 : .67  
 O 30 : .68  
 O 31 : .24  
 O 32 : .89  
 O 33 : .88  
 O 34 : .83  
 O 35 : .81  
 O 36 : .82  
 O 37 : .57  
 O 38 : .89  
 O 39 : .85  
 O 40 : .97

### DESCRIPTIVE STATISTICS

	sample statistics
MEAN	= .63075
MEDIAN	= .675
MORE THAN ONE MODE	
VARIANCE	= 5.537131E-02
STD. DEV.	= .2353111
RANGE	= .8100001
MINIMUM	= .16
MAXIMUM	= .97
N	= 40
2ND MOMENT	= 5.398706E-02
3RD MOMENT	= -6.971479E-03
4TH MOMENT	= 6.019056E-03
COEF. OF SKEWNESS	= -.5557638
COEF. OF KURTOSIS	= 2.065138
SUM X	= 25.23
SUM X <sup>2</sup>	= 18.0733

### DESCRIPTIVE STATISTICS

INTERVAL	MIN= .16    MAX= .97	FREQUENCY	PERCENT
.16 - .2625		4	10.25%
.2625 - .365		4	10.25%
.365 - .4675001		1	2.56%
.4675 - .57		3	7.69%
.5700001 - .6725001		7	17.94%
.6725 - .7750001		4	10.25%
.775 - .8775		10	25.64%
.8775001 - .9800001		6	15.38%

Y-AXIS INTERVAL= .1025    MAXIMUM FREQUENCY= 10

```

.16 I.....:.....:.....:.....:.....:.....:.....:.....:.....:.....:
    IXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
    IXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
    IXXXXX
    IXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
    IXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
    IXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
    IXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
    IXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
.97 I.....:.....:.....:.....:.....:.....:.....:.....:.....:.....:
  
```

ลวดเหล็กกล้าไร้สนิมออสเตนนิติกขนาด 0.016x0.022 นิ้ว

Static Friction at .01 mm (Grams)

-----  
 O 1 : .29  
 O 2 : .72  
 O 3 : .92  
 O 4 : .57  
 O 5 : 1.19  
 O 6 : 1.07  
 O 7 : .97  
 O 8 : .44  
 O 9 : .74  
 O 10 : .21  
 O 11 : .27  
 O 12 : .89  
 O 13 : .79  
 O 14 : .19  
 O 15 : .22  
 O 16 : .92  
 O 17 : .52  
 O 18 : .29  
 O 19 : .19  
 O 20 : .32

-----  
 O 21 : 1.07  
 O 22 : .27  
 O 23 : .29  
 O 24 : .89  
 O 25 : .49  
 O 26 : .77  
 O 27 : .57  
 O 28 : .35  
 O 29 : .19  
 O 30 : .24  
 O 31 : .49  
 O 32 : .67  
 O 33 : .47  
 O 34 : .29  
 O 35 : .21  
 O 36 : .52  
 O 37 : .32  
 O 38 : .28  
 O 39 : .19  
 O 40 : 1.09

### DESCRIPTIVE STATISTICS

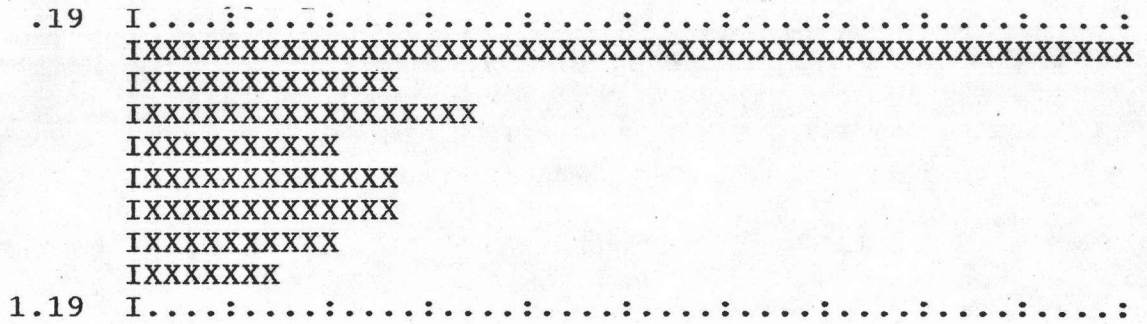
	sample statistics
MEAN	= .5345
MEDIAN	= .48
MORE THAN ONE MODE	
VARIANCE	= 9.558947E-02
STD. DEV.	= .3091755
RANGE	= 1
MINIMUM	= .19
MAXIMUM	= 1.19
N	= 40
2ND MOMENT	= 9.319973E-02
3RD MOMENT	= 1.667002E-02
4TH MOMENT	= 1.741588E-02
COEF. OF SKEWNESS	= .5858873
COEF. OF KURTOSIS	= 2.005008
SUM X	= 21.38
SUM X <sup>2</sup>	= 15.1556

DESCRIPTIVE STATISTICS

MIN= .19    MAX= 1.19

INTERVAL	FREQUENCY	PERCENT
.19 - .31625	15	37.50%
.31625 - .4425	4	10.00%
.4425 - .56875	5	12.50%
.56875 - .6950001	3	7.50%
.695 - .82125	4	10.00%
.82125 - .9475	4	10.00%
.9475 - 1.07375	3	7.50%
1.07375 - 1.2	2	5.00%

Y-AXIS INTERVAL= .12625    MAXIMUM FREQUENCY= 15



ลวดโลหะผสมโคบอลต์-โครเมียม-นิกเกิลชนิดนี้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.018 มม

Static Friction at .01 mm.

-----  
 O 1 : .37  
 O 2 : .64  
 O 3 : 1.02  
 O 4 : .58  
 O 5 : .39  
 O 6 : 1.09  
 O 7 : 1.02  
 O 8 : .22  
 O 9 : .62  
 O 10 : .82  
 O 11 : .79  
 O 12 : .97  
 O 13 : .74  
 O 14 : .64  
 O 15 : .22  
 O 16 : .49  
 O 17 : .58  
 O 18 : .21  
 O 19 : .34  
 O 20 : .59

### DESCRIPTIVE STATISTICS

-----  
 O 21 : .19  
 O 22 : .79  
 O 23 : .24  
 O 24 : .89  
 O 25 : .64  
 O 26 : .34  
 O 27 : .22  
 O 28 : .22  
 O 29 : 1.02  
 O 30 : .38  
 O 31 : .67  
 O 32 : .57  
 O 33 : .24  
 O 34 : .62  
 O 35 : 1.22  
 O 36 : .52  
 O 37 : .2  
 O 38 : .27  
 O 39 : .88  
 O 40 : .87

	sample statistics
MEAN	= .5832501
MEDIAN	= .585
MODE	= .22
VARIANCE	= 8.698136E-02
STD. DEV.	= .294926
RANGE	= 1.03
MINIMUM	= .19
MAXIMUM	= 1.22
N	= 40
2ND MOMENT	= 8.480686E-02
3RD MOMENT	= 7.078439E-03
4TH MOMENT	= 1.442301E-02
COEF. OF SKEWNESS	= .2866098
COEF. OF KURTOSIS	= 2.005368
SUM X	= 23.33
SUM X <sup>2</sup>	= 16.9995

### DESCRIPTIVE STATISTICS

INTERVAL	MIN= .19 FREQUENCY	MAX= 1.22 PERCENT
.19 - .32	10	25.00%
.32 - .45	5	12.50%
.45 - .58	3	7.50%
.58 - .71	9	22.50%
.71 - .84	4	10.00%
.84 - .97	3	7.50%
.97 - 1.1	5	12.50%
1.1 - 1.23	1	2.50%

Y-AXIS INTERVAL= .13    MAXIMUM FREQUENCY= 10

```

.19  I.....:.....:.....:.....:.....:.....:.....:.....:.....:.....:
      IXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
      IXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
      IXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
      IXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
      IXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
      IXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
      IXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
      IXXXXXX
1.22  I.....:.....:.....:.....:.....:.....:.....:.....:.....:.....:

```





ประวัติผู้เขียน

นายกฤษฎ์ กลั่นกลิ่น เกิดเมื่อวันที่ 17 กันยายน พ.ศ. 2502 ที่จังหวัดสมุทรสงคราม สำเร็จการศึกษาทันตแพทยศาสตรบัณฑิต จากคณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ในปีการศึกษา 2525 เข้าศึกษาต่อในสาขาทันตกรรมจัดฟัน ภาควิชาทันตกรรมจัดฟัน บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2530

✓