

韓國人の 中·側切齒 硬組織 微小硬度에 關한 研究

慶熙大學校 大學院 齒醫學科 保存學 專攻

(指導教授 閔 丙 淳)

鄭 在 奎

STUDIES ON THE MICROHARDNESS OF CENTRAL AND LATERAL INCISORS OF THE KOREAN

Jae Kyo Chung, D. D. S.

*Dept. of Operative Dentistry, Division of Dentistry Graduate School, Kyung Hee University,
Seoul, Korea.*

(Directed by Prof. Byung Soon Min, D. D. S., Ph. D.)

.....>Abstract<.....

Central and lateral incisors of 20, 40 and 60 age groups were bisected parallelly to long axis and middle portion of mesio-distal of teeth. And author measured the hardness of various areas in enamel and dentin with vickers hardness tester.

Measured levels were divided into the labio-middle portion, middle portion of incisal edge and linguo-middle portion in enamel and dentin of all age groups.

The results were as follows;

- 1) Total average hardness of enamel for 20, 40 and 60 age groups were respectively Hv. 366.5 ± 5.75 , Hv. 372.9 ± 8.16 and Hv. 389.8 ± 10.27 .
- 2) Total average hardness of dentin for 20, 40 and 60 age groups were respectively Hv. 51.0 ± 2.14 , Hv. 54.0 ± 1.87 and Hv. 55.3 ± 2.23 .
- 3) Total microhardness values in enamel and dentin of 60 age group was highered than 20 and 40 age groups.
- 4) The hardness values of enamel and dentin in all age groups were detected lower value on the middle portion of incisal edge than the labio-middle portion and linguo-middle portion.
- 5) Microhardness values of enamel was highered gradually from the dentino-enamel junction to the outer surface and it lowered at the outermost surface in all age groups.

The microhardness values of dentin were the highest values at 600μ from dentino-enamel junction and the lowest values at near the pulp chamber in all age groups.

* 本 論文의 要旨은 1976年度 大韓齒科保存學會에서 發表하였음.

一 目 次

- I. 序 論
- II. 實驗材料 및 方法
 - 1. 實驗材料
 - 2. 實驗方法
 - a) 試片의 製作 및 固定
 - b) 硬度測定方法
- III. 實驗成績
 - 1. 琺瑯質의 硬度
 - 2. 象牙質의 硬度
- IV. 總括 및 考察
- V. 結 論
 - 參考文獻
 - 英文抄錄

I. 緒 論

齒牙 硬組織에 關한 形態學的 및 組織學的 研究는 先學者들의 많은 報告가 있었지만 物理的인 性質에 對해서는 아직 究明되어야 할 點이 많으며 特히 齒牙 硬度에 關한 研究는 아직도 그 硬度值의 正確한 決定을 보지 못하고 있다.

齒牙의 正確한 硬度值를 究明 한다는 것은 그 組織의 物理的 性質이 解明될 수 있을 뿐만 아니라 硬組織의 石灰化程度 및 齶蝕齒牙의 脫灰軟化現象이나 齶蝕抵抗 部位 및 組織構造와의 連關性도 究明될 수 있고 齒牙의 物質 破碎能力의 限界나 臨床上 齒牙 修復物 및 人工齒의 硬度基準을 얻기 爲해서도 重要한 일이라고 생각된다.

從來 齒牙의 硬度는 礦物이나 金屬類의 硬度測定에 使用되었던 Mohs硬度計나 Brinell硬度計等을 使用하여 大概의 硬度值는 알 수 있었으나 微小硬度值를 正確하게 測定 하는에는 不適當 하다는 것이 알려져 그 後 改良發展된 金屬硬度計, 即 Vickers型 微小硬度計나 Knoop型 微小硬度計를 使用하여 齒牙 硬組織의 小區域間 硬度를 測定할 수 있게되었다.

사람 齒牙의 微小硬度에 對해서 Karlström(1931)¹⁾은 Herbert振子型 硬度計로 齒牙 硬組織의 硬度測定을 試圖 하였으며, Hodge와 McKay(1933)²⁾는 Microcharacter을 使用하여 琺瑯質과 象牙質의 內側 및 外側의

硬度를 測定하였고, Hodge(1936)³⁾는 Rockwell硬度計, Herbert硬度計 및 Brinell硬度計等을 使用하여 琺瑯質과 象牙質 및 金屬의 硬度를 測定 比較하였으며, Wright外 1人(1938)⁴⁾, Taketa外 4人(1957)⁵⁾은 磨耗抵抗 實驗方法으로, Klinger(1940)⁶⁾는 Vickers에 依해 開發된 菱型의 diamond壓子가 달린 硬度計를 使用하여 齶蝕琺瑯質과 健全琺瑯質의 硬度를 測定하였고, Phillips와 Swartz(1948)⁷⁾, Atkinson外 1人(1953)⁸⁾, Caldwell外 3人(1957)⁹⁾, Caldwell外 4人(1958)¹⁰⁾等은 壓入方法(Indentation test)으로 琺瑯質의 硬度를 測定하였다. 또한 Knoop外 2人(1939)¹¹⁾, Sweeney(1942)¹²⁾等이 Vickers의 diamond壓子보다 角度가 큰 Knoop壓子로 齒牙 硬組織의 硬度測定에 使用한 以來 Craig와 Peyton(1958)¹³⁾은 琺瑯質과 象牙質의 硬度測定에, Fraser(1974)¹⁴⁾는 象牙質의 硬度測定에 Knoop硬度計를 利用한 微小硬度를 報告하였다. 또한 Phillips와 Swartz(1950)¹⁵⁾는 弗化物和 連關된 琺瑯質硬度에 對해서, Mjör外 2人 (1961)¹⁶⁾은 calcium hydroxide와 amalgam이 象牙質硬度에 미치는 影響에 對해서, Mjör(1962)¹⁷⁾는 zinc oxide eugenol이 象牙質硬度에 미치는 影響에 對해서 各各 研究 報告하였으며, Koulourides外 1人(1960)¹⁸⁾, Pigman外 2人(1964)¹⁹⁾은 軟化琺瑯質의 硬度에 對해서, Rotberg外 1人(1966)²⁰⁾, Glen外 2人(1972)²¹⁾은 象牙質硬度에 對한 eugenol의 作用에 對해서 그리고 Fusayama外 2人(1970)²²⁾은 齒髓切斷이 象牙質硬度에 미치는 影響에 對해서 報告하였다.

또한 國內에서는 1962年 梁²³⁾이 Rockwell hardness tester를 使用해서 齒牙 硬度值를 報告하였고 1967年 閔²⁴⁾이 Vickers微小硬度計로 唾液腺 및 parotin이 白鼠 齒牙의 象牙質硬度에 미치는 影響에 對해서 報告하였으며 1975年 金²⁵⁾이 Vickers微小硬度計에 依한 琺瑯質 및 象牙質의 微小硬度值를 報告한 바 있다.

그러나 많은 先學者들의 研究가 있었음에도 아직 明確한 齒牙 硬度值를 決定하지 못하였으므로 著者는 本實驗에서 硬度計로써 極히 優秀한 MVH-M型(Vickers微小硬度計)을 使用하여 增年에 依한 硬度值의 變化를 알기 爲하여 年齡別로 20代, 40代 및 60代群의 中·側切齒의 琺瑯質과 象牙質에 있어서 小區域間 微小硬度를 測定한 바 意義있는 結果를 얻었기에 이에 報告하는 바이다.

II. 實驗材料 및 實驗方法

1. 實驗材料

本實驗에 使用된 齒牙는 性別에 區別없이 齶觸症狀이 없고 咬耗나 磨耗가 比較的 적은 健全한 中·側切齒를 年齡別로 20代, 40代 및 60代群으로 各群 30個씩 總 90個의 齒牙를 選擇 使用하였다. 또한 拔去와 同時에 齒牙에 附着된 不純物을 除去하고 埋沒 固定할때 까지 乾燥되지 않도록 即時 生理的食鹽水에 保管하였다.

2. 實驗方法

a) 試片의 製作 및 固定

試片의 切斷方法은 近遠心의 中間部位를 齒牙長軸에 平行하게 separating disk로 各各 縱斷하였다. 上下面이 平行한 stainless steel ring內에 試片의 面이 荷重을 加하는 方向에 對해 直角이 되고 그 測定面이 ring의 面과 同一面에 놓이도록 硬石膏內에 埋植 固定하였다 (Fig. 1).

硬石膏가 硬化된 後 試片面을 滑澤하게 하기 爲하여 고운 숫돌에 一次 研磨한 後 1,000mesh의 abrasive paper로 二次 研磨하여 即時 硬度를 測定하였으며 이와 같은 操作中에는 恒時 試片의 乾燥防止에 有意하였다.

本實驗에 使用한 硬度測定計는 Shimadzu Seisakusho社의 Vickers微小硬度計 M型으로 試片에 加한 荷重은 豫備實驗에서 硬度를 測定한 結果 琺瑯質에 對해

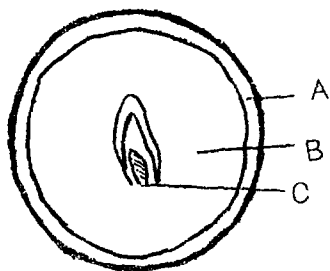


Fig. 1. Specimen mounted in the plaster

A : ring B : plaster C : specimen

서는 200gm, 象牙質에 對해서는 100gm의 荷重을 各各 15秒間씩 負荷하여 diamond壓子의 兩 對角線의 長이를 硬度計에 附着되어 있는 計測顯微鏡으로 直接 測定하여 硬度換算表에 依해 微小硬度數(Vickers Hardness Number: VHN)를 算出하였다. 여기에 使用된 公式를 要約하면 다음과 같다.

$$VHN = \frac{1.854 \times p}{d^2} \quad (\text{kg/mm}^2)$$

VHN : Vickers Hardness Number

d : 壓痕의 對角線길이

p : 荷重

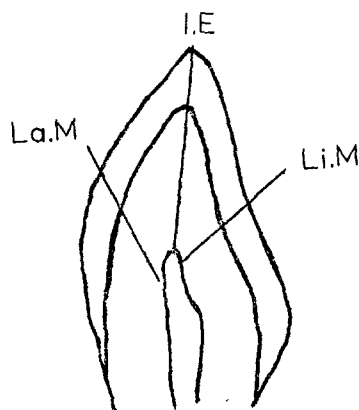


Fig. 2. Longitudinal section of central & lateral incisors and arrows indicate the position of the microhardness measurements.

La. M: Labio-Middle Portion

I. E: Incisal Edge

Li. M: Linguo-Middle Portion

b) 硬度測定方法

20代, 40代 및 60代群의 中·側切齒를 近遠心의 中間部位를 縱斷하여 研磨한 試材를 唇側齒冠中央部, 切斷中心部 및 舌側齒冠中央部等 3個 部位를 測定하였으며 (Fig 2), 琺瑯質에서는 琺瑯象牙境界部位로 부터 齒牙表面을 向하여 200 μ 間隔으로, 象牙質에 있어서는 琺瑯象牙境界部位로 부터 齒髓를 向하여 거의 齒細管의 走行에 一致하도록 200 μ 間隔으로 壓痕을 印記하여 硬度測定을 하였다.

III. 實驗成績

1. 琺瑯質의 硬度

1) 20代群 : 琺瑯象牙境界部位로 부터 表層을 向하여 200 μ 間隔으로 唇側齒冠中央部에서는 7回, 切斷中心部에서는 6回, 舌側齒冠中央部에서는 3回까지 各各 壓痕을 作成할 수 있었는데 그 成績은 Table.1 및 Fig.3에 나타난 것과 같으며 統計學的으로 볼때 唇側齒冠中央部에서는 7回까지의 平均硬度는 Hv. 369.5 \pm 9.60이었고, 切斷中心部에서는 Hv. 358.9 \pm 5.87, 舌側齒冠中央部에서는 Hv. 366.7 \pm 11.51로써 全層에서의 總平均硬度는 Hv. 366.5 \pm 5.75였다. 그리고 切斷中心部の 平均値가 Hv. 358.9 \pm 5.87로써 가장 낮았으며 舌側齒冠中央部보다는 唇側齒冠中央部の 平均値가 Hv. 2.8높았다.

Table 1. Microhardness values of enamel in various depths of the central and incisors in 20age group. (VHN)

Measured Levels	Average microhardness values. Measurement depths from dentino-enamel junctions.							Mean± S. E.	S. D.	P-Value (t)
	200μ	400μ	600μ	800μ	1,000μ	1,200μ	1,400μ			
La. M	331.7± 5.21	352.4± 6.05	354.3± 3.72	397.2± 5.13	401.1± 3.15	382.8± 1.75	367.2± 2.40	369.5± 9.60	25.50	P<0.001 (38.49)
I. E	338.3± 2.43	351.3± 1.70	369.4± 5.11	350.1± 2.51	374.5± 4.87	369.5± 3.62	—	358.9± 5.87	14.32	P<0.001 (61.14)
Li. M	347.3± 3.55	365.7± 5.14	387.1± 1.65	—	—	—	—	366.7± 11.51	19.92	P<0.001 (31.86)
Average	339.1± 7.78	356.4± 8.02	370.3± 16.42	373.7± 33.31	387.8± 18.81	371.2± 11.73	367.2± 2.40	366.5± 5.75	15.52	P<0.001 (63.74)

La. M: Labio-Middle Portion

I. E: Incisal Edge

Li. M: Linguo-Middle Portion

Table 2. Microhardness values of enamel in various depths of the central and lateral incisors in 40 age group. (VHN)

Measured Levels	Average microhardness values. Measurement depths from dentino-enamel junctions.							Mean± S. E.	S. D.	P-Value (t)
	200μ	400μ	600μ	800μ	1,000μ	1,200μ	1,400μ			
La. M	337.5± 2.47	362.7± 5.12	354.8± 4.75	391.7± 1.35	415.3± 7.35	401.6± 1.34	—	377.3± 12.31	30.15	P<0.001 (30.65)
I. E	346.7± 2.31	347.3± 7.14	357.6± 2.66	365.3± 5.44	383.4± 4.14	362.7± 5.32	—	365.5± 5.55	13.60	P<0.001 (64.95)
Li. M	339.3± 4.35	375.3± 4.71	400.1± 1.77	388.3± 6.25	—	—	—	375.8± 13.16	26.33	P<0.001 (28.56)
Average	341.2± 4.88	361.8± 14.02	370.8± 25.38	381.8± 14.36	399.4± 22.56	382.2± 27.51	—	372.9± 8.16	20.00	P<0.001 (45.70)

La. M: Labio-Middle Portion

I. E: Incisal Edge

Li. M: Linguo-Middle Portion

Table 3. Microhardness values of enamel in various depths of the central and lateral incisors in 60 age group. (VHN)

Measured Levels	Average microhardness values. Measurement depths from Dentino-enamel junctions.							Mean± S. E.	S. D.	P-Value (t)
	200μ	400μ	600μ	800μ	1,000μ	1,200μ	1,400μ			
La. M	358.5± 2.63	374.3± 6.02	387.6± 5.13	415.3± 4.22	427.6± 1.03	396.2± 2.12	—	393.3± 10.44	25.59	P<0.001 (37.67)
I. E	335.2± 4.25	369.8± 1.71	366.4± 3.25	387.2± 2.15	—	—	—	364.7± 10.82	21.64	P<0.001 (33.71)
Li. M	365.7± 5.03	384.5± 3.14	398.4± 2.01	—	—	—	—	382.9± 9.49	16.41	P<0.001 (40.35)
Average	353.1± 15.94	376.2± 7.53	384.1± 16.28	401.3± 19.87	427.6± 1.03	396.2± 2.12	—	389.8± 10.27	25.17	P<0.001 (37.96)

La. M: Labio-Middle Portion

I. E: Incisal Edge

Li. M: Linguo-Middle Portion

Table 4. Averaged microhardness values of enamel in various depths of the central and lateral incisors by age groups. (VHN)

Age Group	Average microhardness values. Measurement depths from Dentino-enamel junctions.							Mean± S. E.	S. D.	P-Value (t)
	200μ	400μ	600μ	800μ	1,000μ	1,200μ	1,400μ			
20	339.1± 7.78	356.4± 8.02	370.3± 16.42	373.7± 23.54	387.8± 18.81	371.2± 11.73	367.2± 2.40	366.5± 5.75	15.25	P<0.001 (63.74)
40	341.2± 4.88	361.8± 14.02	370.8± 25.38	381.8± 14.36	399.4± 22.56	382.2± 27.51	—	372.9± 8.16	20.00	P<0.001 (45.70)
60	353.1± 15.94	376.2± 7.53	384.1± 16.28	401.3± 19.87	427.6± 1.03	396.2± 2.12	—	389.8± 10.27	25.17	P<0.001 (37.96)

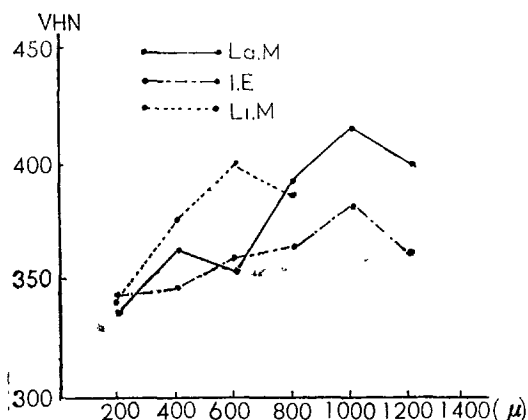


Fig. 3. Microhardness curve of enamel in various depths of the central & lateral incisors in 20 age group.

3個部位의 層別 平均硬度는 200μ部位에서 Hv. 339.1±7.78로 가장 낮았고 그 後 不規則하나 漸次 增加하여 1,000μ 部位에서 Hv. 387.8±18.81로 가장 높았으나 그 後로는 多少 낮아졌다.

2) 40代群: 前記群에서와 같은 方法에 依하여 唇側齒冠中央部 및 切斷中心部에서 各各 6回, 舌側齒冠中央部에서 4回까지 各各 壓痕을 作成할 수 있었는데 그 成績은 Tab.2 및 Fig. 4와 같았다.

統計學的으로 볼때 唇側齒冠中央部の 平均硬度는 Hv. 377.3±12.31, 切斷中心部에서는 Hv. 360.5±5.55, 舌側齒冠中央部는 Hv. 375.8±13.16으로써 全層에서의 總平均硬度는 Hv. 372.9±8.16이었다. 切斷中心部の 平均硬度値는 Hv. 360.5±5.55로써 가장 낮았으며, 唇側齒冠中央部の 平均硬度는 舌側齒冠中央部に 비

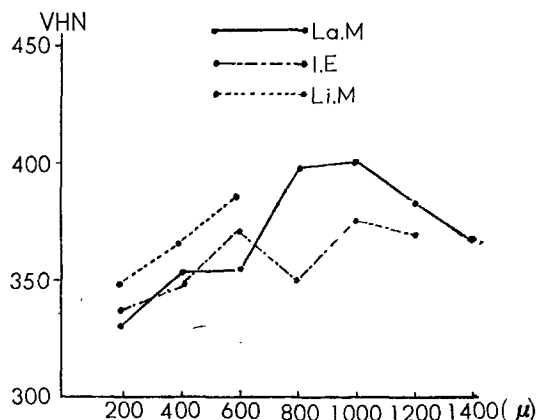


Fig. 4. Microhardness curve of enamel in various depths of the central & lateral incisors in 40 age group.

해 Hv. 1.5높았고 20代群에 비해 總平均 硬度는 Hv. 6.4가 높았다.

3個部位의 層別 平均硬度는 200μ部位에서 Hv. 341.2±4.88로 가장 낮았고 그 後 不規則하나 漸次 增加하여 1,000μ部位에서 Hv. 399.4±22.56으로 가장 높았고 그 後 多少 낮아졌다.

3) 60代群: 既述한 바와 같은 方法에 依하여 唇側齒冠中央部에서는 6回, 切斷中心部에서는 4回, 舌側齒冠中央部에서는 3回까지 各各 壓痕을 作成할 수 있었는데 그 成績은 Tab.3 및 Fig. 5와 같았다.

統計學的으로 前記群들과 같이 唇側齒冠中央部の 硬度는 平均 Hv. 393.3±10.44, 切斷中心部에서는 Hv. 364.7±10.82, 舌側齒冠中央部는 Hv. 382.9±9.49로써 全層에서의 總平均硬度는 Hv. 389.8±10.27이었다. 切

斷中心部の 平均硬度値는 Hv. 364.7±10.82로써 가장 낮았으며 唇側齒冠中央部の 平均硬度는 舌側齒冠中央部에 비해 Hv. 10.4가 높았고 20代群 및 40代群과의 總平均硬度를 比較할때 60代群에서 Hv. 23.3 및 Hv. 16.9가 높았다.

3個 部位의 層別 平均硬度는 前記群들과 같이 200μ

部位에서 Hv. 353.1±15.94로 가장 낮았고 그 後 不規則하나 漸次 增加하여 1,000μ 部位에서 Hv. 427.6±1.03으로 가장 높았으나 그 後로는 多少 낮아졌다.

以上과 같은 所見으로 Tab.4 및 Fig. 6에서 보는 바와 같이 年齡이 增加함에 따라 그 平均硬度가 漸次 높아졌다.

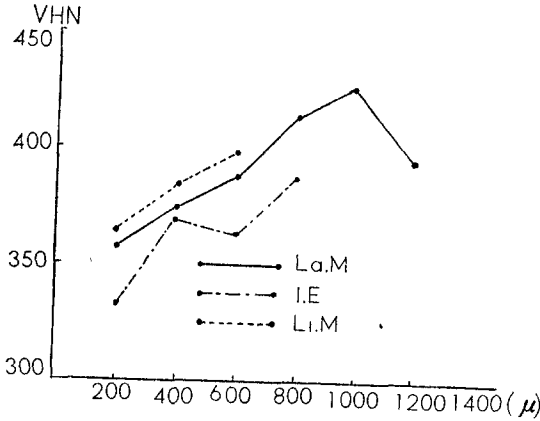


Fig. 5. Microhardness curve of enamel in various depths of the central & lateral incisors in 60 age group.

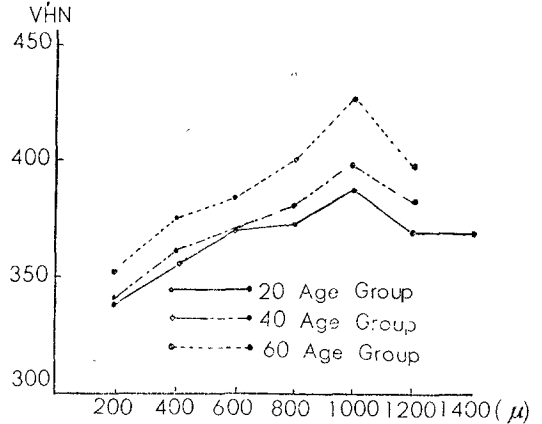


Fig. 6. Averaged microhardness curve of enamel in various depths of the central & lateral incisors by age groups.

Table 5. Statistically comparison of enamel microhardness values by age groups.

Age group S. V. M. L.	20 Age G. (A)		40 Age G. (B)		60 Age G. (C)		P-Value		
	Mean±S. E.	S. D.	Mean±S. E.	S. D.	Mean±S. E.	S. D.	A+B	B+C	A+C
La. M	369.5±9.60	25.50	377.3±12.31	30.15	393.3±10.44	25.59	N. S. (0.4997)	N. S. (0.9913)	N. S. (1.6781)
I. E	358.9±5.87	14.32	360.5±5.55	13.60	364.7±10.82	21.64	N. S. (0.1981)	N. S. (0.3454)	N. S. (0.4712)
Li. M	366.7±11.51	19.92	375.8±13.16	26.33	382.9±9.49	16.41	N. S. (0.5205)	N. S. (0.4376)	N. S. (1.0859)

La. M : Labio-Middle Portion

Li. M : Linguo-Middle Portion

M. L. : Measurement Levels

I. E : Incisal Edge

S. V. : Statistical Value

N. S. : Not Significant

2. 象牙質의 硬度

1) 20代群 : 琺瑯象牙境界部位로부터 齒髓를 向하여 200μ 間隔으로 唇側齒冠中央部에서는 14回, 切斷中心部 및 舌側齒冠中央部에서는 各各 15回까지 壓痕을 作成할 수 있었는데 그 成績은 Tab.6 및 Fig. 7과 같았으며 統計學的으로 볼때 唇側齒冠中央部位의 平均硬度는 Hv.

52.6±2.55였고, 切斷中心部에서는 Hv. 48.3±1.51이 었으며, 舌側齒冠中央部는 Hv. 53.0±2.55로써 全層에 서의 總平均硬度는 Hv. 51.0±2.14였다. 唇側 및 舌 側에서의 硬度差異는 別로 없었으나 切斷中心部에서는 唇側 및 舌側에 비해 그 平均硬度가 各各 Hv. 5.0程度 낮았다.

3個部位의 層別 平均硬度는 200 μ 部位에서 Hv. 56.0 \pm 2.60, 400 μ 部位에서 Hv. 61.6 \pm 3.71로 增加하다가 600 μ 部位에서 Hv. 63.0 \pm 4.55로 最高值에 到達하고 다시 800 μ 部位에서 Hv. 61.2 \pm 4.50으로 減少하면서 齒髓腔을 向하여 徐徐히 硬度가 低下하여 最終 測定部位에서 Hv. 39.5 \pm 3.32로 最小值를 보였다.

2) 40代群: 前記群에서와 같은 方法에 依하여 層側齒冠中央部에서는 14回, 切斷中心部 및 舌側齒冠中央部에서는 各各 15回까지 壓痕을 作成할수 있었으며 그 成績은 Tab.7 및 Fig.8과 같았다.

統計學的으로 볼때 層側齒冠中央部の 平均硬度는 Hv. 55.9 \pm 2.56, 切斷中心部에서는 Hv. 50.7 \pm 1.56, 舌側齒冠中央部는 Hv. 56.3 \pm 2.25로써 全層에서의 總平均硬度는 Hv. 54.0 \pm 1.87이었고 切斷中心部の 平均硬度는 Hv. 50.7 \pm 1.56으로써 層側 및 舌側に 比해 가장 낮았으며 層·舌側에서는 別 差異가 없었고 20代群에 比해 總平均硬度는 Hv. 3.0이 높았다.

3個 部位의 層別 平均硬度는 前記群에서와 같이 200 μ 部位에서 Hv. 57.1 \pm 3.72, 400 μ 部位에서 Hv. 62.3 \pm 1.42로 增加하다가 600 μ 部位에서 Hv. 65.5 \pm 2.91로 最高值에 到達하고 다시 800 μ 部位에서 Hv. 63.5 \pm 4.65로 減少하면서 齒髓腔을 向하여 徐徐히 硬度가 低下하여 最終 測定部位에서 Hv. 41.8 \pm 4.60으로 가장 낮았다.

3) 60代群: 前記群에서와 같은 方法에 依하여 層側齒冠中央部에서는 14回 切斷中心部 및 舌側齒冠中央部에서는 各各 16回까지 壓痕을 作成 할 수 있었는데 그 成績은 Tab.8 및 Fig.9와 같았다.

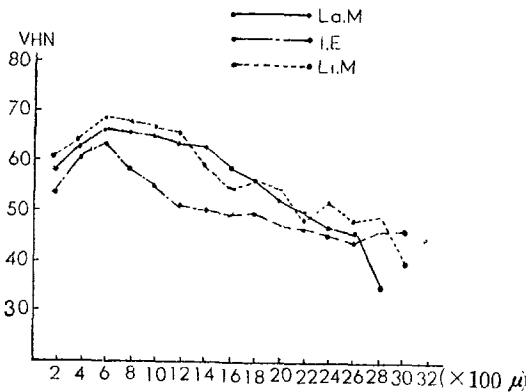


Fig.7. Microhardness curve of dentin in various depths of the central & lateral incisors in 20 age group.

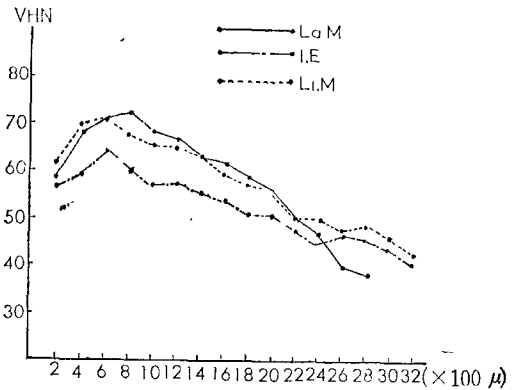


Fig.8. Microhardness curve of dentin in various depths of the central & lateral incisors in 40 age group.

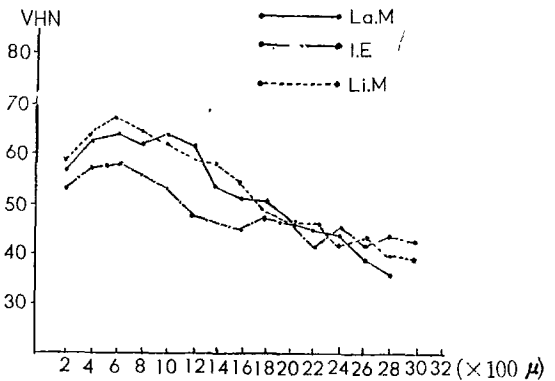


Fig.9. Microhardness curve of dentin in various depths of the central & lateral incisors in 60 age group.

統計學的으로 볼때 層側齒冠中央部の 平均硬度는 Hv. 58.3 \pm 2.92였고, 切斷中心部에서는 Hv. 52.2 \pm 1.66이였으며, 舌側齒冠中央部는 Hv. 57.2 \pm 2.27로써 全層에서의 總平均硬度는 Hv. 55.3 \pm 2.23이였다.

切斷中心部の 平均硬度는 Hv. 52.2 \pm 1.66으로 層側 및 舌側に 比해 가장 낮았으며 層·舌側에서는 別 差異가 없었고 20代群 및 40代群과의 總平均硬度를 比較할 때 60代群에서 Hv. 4.3 및 Hv. 1.3이 높았다.

Table 6. Microhardness values of dentin in various depths of the central and lateral incisors in 20 age group. (VHN)

Measured Levels	Average microhardness values. Measurement depths from dentino-enamel junctions.															Mean ± S.E.	S. D.	P-value (t)
	200	400	600	800	1,000	1,200	1,400	1,600	1,800	2,000	2,200	2,400	2,600	2,800	3,000			
L.a. M	56.6 ± 2.01	63.2 ± 1.04	63.8 ± 1.24	62.3 ± 0.58	63.8 ± 2.14	61.5 ± 1.93	53.7 ± 2.55	51.4 ± 0.05	50.2 ± 1.59	46.2 ± 1.01	45.1 ± 3.05	43.5 ± 2.34	39.2 ± 1.01	36.3 ± 2.59	—	—	9.55	P < 0.001 (20.63)
I. E	53.2 ± 3.11	57.4 ± 2.13	58.2 ± 1.02	56.3 ± 2.51	53.5 ± 4.11	47.8 ± 1.01	46.3 ± 0.05	45.2 ± 1.31	47.3 ± 0.58	46.4 ± 2.55	42.0 ± 1.45	44.5 ± 0.54	42.1 ± 0.59	43.1 ± 1.54	41.8 ± 0.33	—	5.83	P < 0.001 (31.99)
Li. M	58.3 ± 0.50	64.3 ± 0.21	67.2 ± 3.15	65.1 ± 2.05	61.9 ± 3.05	58.4 ± 2.09	54.2 ± 1.59	49.3 ± 3.04	46.4 ± 0.13	46.3 ± 3.04	42.1 ± 0.39	43.3 ± 1.50	41.2 ± 0.40	37.1 ± 5.21	—	—	9.87	P < 0.001 (20.78)
Average	56.0 ± 2.60	61.6 ± 3.71	63.0 ± 4.55	61.2 ± 4.50	59.7 ± 5.48	52.8 ± 7.40	50.3 ± 8.08	48.9 ± 4.61	46.3 ± 1.49	46.3 ± 0.12	44.5 ± 2.22	43.4 ± 1.21	40.2 ± 2.12	39.5 ± 3.51	—	—	8.27	P < 0.001 (23.83)

La. M : Labio-Middle Portion

I. E : Incisal Edge

Li. M : Linguo-Middle Portion

Table 7. Microhardness values of dentin in various depths of the central and lateral incisors in 40 age group. (VHN)

Measured Levels	Average microhardness values. Measurement depths from dentino-enamel junctions.															Mean ± S.E.	S. D.	P-Value (t)
	200	400	600	800	1,000	1,200	1,400	1,600	1,800	2,000	2,200	2,400	2,600	2,800	3,000			
L.a. M	57.5 ± 0.35	62.8 ± 1.03	65.7 ± 0.58	65.1 ± 1.13	64.8 ± 0.74	63.2 ± 1.45	62.2 ± 0.11	57.8 ± 1.22	56.3 ± 2.15	52.1 ± 0.45	49.3 ± 1.38	45.5 ± 0.34	45.2 ± 1.01	33.5 ± 2.05	—	—	9.56	P < 0.001 (21.84)
I. E	53.2 ± 1.35	60.7 ± 0.58	62.5 ± 1.14	58.3 ± 0.91	54.5 ± 1.73	50.3 ± 0.71	49.4 ± 1.03	49.4 ± 0.93	49.2 ± 1.51	47.3 ± 1.23	46.0 ± 3.01	44.6 ± 1.02	43.1 ± 0.36	45.3 ± 0.57	45.0 ± 2.11	—	6.05	P < 0.001 (32.50)
Li. M	60.6 ± 0.51	63.4 ± 1.34	68.3 ± 0.95	67.2 ± 2.10	65.8 ± 2.01	64.7 ± 0.37	58.2 ± 0.72	54.3 ± 2.11	53.8 ± 0.95	53.2 ± 1.40	48.3 ± 0.35	51.2 ± 1.39	47.3 ± 0.93	48.2 ± 1.12	38.5 ± 0.35	—	8.72	P < 0.001 (25.02)
Average	57.1 ± 3.72	62.3 ± 1.42	65.5 ± 2.91	63.5 ± 4.65	61.7 ± 6.26	56.9 ± 7.80	53.8 ± 6.06	53.8 ± 4.22	50.9 ± 3.96	50.9 ± 3.14	47.9 ± 1.69	45.2 ± 3.58	42.3 ± 2.10	41.8 ± 7.79	4.60	—	7.23	P < 0.001 (28.88)

La. M : Labio-Middle Portion

I. E : Incisal Edge

Li. M : Linguo-Middle Portion

Table 8. Microhardness values of dentin in various depths of the central and lateral incisors in 60 age group. (VHN)

Measured Levels	Average microhardness values. Measurement depths from dentino-enamel junctions.															S. D.	P-Value (t)	
	Average microhardness values. Measurement depths from dentino-enamel junctions.																	
	200	400	600	800	1,000	1,200	1,400	1,600	1,800	2,000	2,200	2,400	2,600	2,800	3,000			3,200
La. M	58.3 ± 0.11	67.9 ± 1.35	70.2 ± 0.97	71.9 ± 0.39	68.2 ± 1.24	66.7 ± 0.09	63.1 ± 1.47	60.9 ± 0.93	58.1 ± 1.50	55.6 ± 0.39	49.8 ± 1.35	47.1 ± 0.05	40.2 ± 0.91	38.3 ± 1.25	—	—	10.92	P < 0.001 (19.97)
I. E	56.8 ± 1.35	59.3 ± 0.44	63.9 ± 1.56	59.8 ± 0.54	57.3 ± 0.03	56.9 ± 1.08	55.3 ± 0.06	53.7 ± 2.15	51.2 ± 0.94	50.7 ± 1.21	48.2 ± 0.95	45.3 ± 0.11	46.3 ± 0.74	45.5 ± 0.33	44.3 ± 0.05	40.9 ± 1.00	6.65	P < 0.001 (31.45)
Li. M	61.2 ± 0.93	68.7 ± 1.57	70.5 ± 0.12	67.4 ± 1.35	65.2 ± 0.71	64.8 ± 1.14	62.7 ± 0.14	59.3 ± 1.08	57.3 ± 0.08	55.2 ± 1.09	49.2 ± 0.97	49.4 ± 1.21	47.2 ± 0.24	48.3 ± 1.45	46.2 ± 1.08	42.4 ± 0.17	9.07	P < 0.001 (25.20)
Average	58.8 ± 2.24	65.3 ± 5.21	68.2 ± 3.73	66.4 ± 6.12	63.6 ± 5.63	62.8 ± 5.20	60.4 ± 4.39	58.0 ± 3.78	55.5 ± 3.77	53.8 ± 2.72	49.1 ± 0.81	47.3 ± 2.10	44.6 ± 3.81	44.0 ± 5.16	45.3 ± 1.35	41.7 ± 1.06	8.92	P < 0.001 (24.80)

La. M : Labio-Middle Portion

I. E : Incisal Edge

Li. M : Linguo-Middle Portion.

Table 9. Averaged microhardness values of dentin in various depths of the central and lateral incisors by age groups. (VHN)

Age Group	Average microhardness values. Measurement depths from dentino-enamel junctions															S. D.	P-Value (t)	
	Average microhardness values. Measurement depths from dentino-enamel junctions																	
	200	400	600	800	1,000	1,200	1,400	1,600	1,800	2,000	2,200	2,400	2,600	2,800	3,000			3,200
20	56.0 ± 2.60	61.6 ± 3.71	63.0 ± 4.55	61.2 ± 4.50	59.7 ± 5.48	56.3 ± 7.40	52.8 ± 8.08	50.3 ± 4.61	48.9 ± 1.49	46.3 ± 0.12	44.5 ± 2.22	43.4 ± 1.21	41.5 ± 2.12	40.2 ± 3.51	39.5 ± 3.32	—	8.27	P < 0.001 (23.83)
40	57.1 ± 3.72	62.3 ± 1.42	65.5 ± 2.91	63.5 ± 4.65	61.7 ± 6.26	59.5 ± 7.80	56.9 ± 6.06	53.8 ± 4.22	53.8 ± 3.96	50.9 ± 3.14	47.9 ± 1.69	47.1 ± 3.58	45.2 ± 2.10	42.3 ± 7.79	41.8 ± 4.60	—	7.23	P < 0.001 (28.88)
60	58.8 ± 2.24	65.3 ± 5.21	68.2 ± 3.73	66.4 ± 6.12	63.6 ± 5.63	62.8 ± 5.20	60.4 ± 4.39	58.0 ± 3.78	55.5 ± 3.77	53.8 ± 2.72	49.1 ± 0.81	47.3 ± 2.10	44.6 ± 3.81	44.0 ± 5.16	45.3 ± 1.35	41.7 ± 1.06	8.92	P < 0.001 (24.80)

3個 部位의 層別 平均硬度는 前記群들과 같이 200 μ 部位에서 Hv. 58.8 \pm 2.24, 400 μ 部位에서 Hv. 65.3 \pm 5.21로 增加하다가 600 μ 部位에서 Hv. 68.2 \pm 3.73으로 最高值에 到達하고 다시 800 μ 部位에서 Hv. 66.4 \pm 6.12로 減少하면서 齒髓腔을 向하여 徐徐히 硬度가 低下하여 最終 測定部位에서 Hv. 41.7 \pm 1.06으로 가장 낮았다.

以上과 같은 所見으로 보아 琺瑯質에서와 같이 象牙質에서도 20代, 40代 및 60代群의 順으로 그 硬度가 漸次 높아졌음을 알수 있었고(Tab.9 및 Fig. 10), 어느 年齡層에서나 琺瑯象牙境界部位에서 齒髓를 向하여 漸次 그 硬度가 높아져 600 μ 部位에서 最高值를 나타내 고 다시 齒髓腔을 向하여 徐徐히 그 硬度가 減少되었다

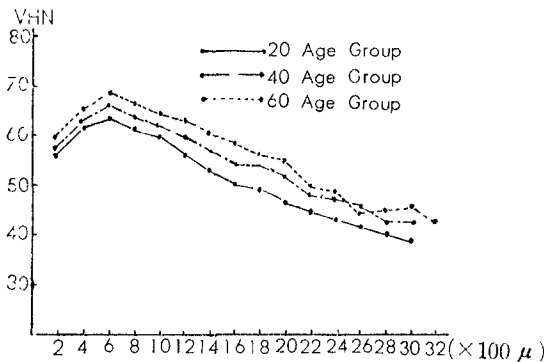


Fig. 10. Averaged microhardness curve of dentin in various depths of the central & lateral incisors by age groups.

IV. 總括 및 考察

齒牙 硬組織의 硬度를 究明한다는 것은 그 組織의 正常的인 物理的 性質의 一部를 解明할 수 있고 齒牙 硬組織의 石灰化程度를 究明하는 하나의 方法이 될 뿐만 아니라⁴⁾ 硬組織 疾患인 齦蝕症의 抵抗性에 對해서도 間接的으로 究明할 수 있다고 생각되어 많은 研究 結果가 報告되었으나 齒牙는 hormone 및 營養 其他 生理的 因子에 依해 變化되고 口腔內에서는 恒常 咬耗, 磨耗 및 여러가지 機械的 또는 化學的인 變化를 받고 있으며 그외에도 疾患에 依한 變化뿐만 아니라 年齡의 增加에 따르더라도 生理的인 變化를 일으키고 있다. 이와같은 條

件들을 考慮해 볼때 齒牙의 各 部位는 똑같은 硬度를 가지고 있다고 생각할 수 없으며 齒牙를 均質한 것으로 생각해서 多數의 硬度를 測定하여 集計하여도 正確한 硬度值를 얻는다는 것은 어렵다. 特히 齒牙 硬度測定에 使用되는 試驗齒牙의 保存狀態, 試驗材料의 調製와 固定法 및 硬度測定方法等を 充分히 考慮하여야 할 것이다.

試驗材料는 硬度測定時 生體의 狀態에 가까운 硬度와 靱性을 同時에 가지고 乾燥가 되지 않도록 保存되어야 하며, 研磨에 依해 試驗材料가 變化되지 않고 研磨面이 邊緣까지 平滑하도록 해야할 것이다.

그 結果 中切齒 및 側切齒의 琺瑯質은 어느 年齡層에서나 共히 舌側보다 唇側에서 多少 높았으나, 象牙質에서는 唇·舌側 硬度差가 別로 없었고, 琺瑯質 및 象牙質의 切斷中心部는 唇側 및 舌側에 比해 가장 낮은 硬度值를 보였다 (Tab. 1~3, 6~8 및 Fig. 3~5 7~9). 이에 對해 見明清外 7人(1966)⁴⁾은 琺瑯柱核 및 이것을 形成하는 石灰鹽crystal의 分布, 配列 및 方向等의 相異에 따라서 硬度가 달라진다고 하였다.

또한 琺瑯質의 層別 平均硬度는 어느 群에서나 共히 琺瑯象牙境界部位로 부터 200 μ 部位에서 가장 낮았고 그後 不規則하나 漸次 增加하여 1,000 μ 部位에서 가장 높았으나 그 後로는 多少 낮아졌는데 (Tab. 1~4 및 Fig. 6) 二瓶(1959)⁶⁾은 琺瑯小柱와 小柱사이의 小柱間質로써 서로 堅固히 結合되어 만들어진 한개의 剛體로 硬度와 靱性과를 同時에 가지고 있으며 琺瑯小柱는 構造上 한쪽 끝에서 다른쪽 끝까지 같은 硬度가 아니고 어느 間隔마다 얇은 곳이 있으며 試片의 縱斷面에서는 外緣의 두께가 極히 얇기 때문에 外緣에 荷重을 받았을때 靱性만으로는 支持할 수 없어 앞서 말한 結合된 힘이 무너지는 結果 局部的인 脫落이 일어나 破折되어 나타나는 것으로 그 結果 破折되는 部位의 가까운 곳에서는 靱性에 依해 若干의 伸張을 일으켜서 外表面上에 近接하는 部位에서는 硬度가 얇게 測定된다고 했으며 Atkinson과 Saunbury(1953)⁹⁾도 琺瑯質의 最外層이 特히 硬固하다는 證據는 믿지 못한다고 報告되었다. 그리고 象牙質의 層別 平均硬度는 어느 群에서나 共히 琺瑯象牙境界部位에서 齒髓쪽을 向하여 漸次 높아져 600 μ 部位에서 그 硬度의 最大值를 나타내었고 그 後 漸次 減少하여 齒髓腔附近에서 最少值를 나타내었는데 (Tab. 6~9 및 Fig. 10) 金(1975)¹⁾, 二瓶(1959)⁶⁾, 見明清外 7人(1966)⁴⁾, 見明清外 6人(1967)⁵⁾ 등은 象牙質은 琺瑯象牙境界部位에서 부터 齒髓에 接近함에 따라 漸次 그 硬度가 높아져 600 μ 部位에서 그 硬度의 最高值를 나타내며 다시 齒

Table. 10 Statistically comparison of Dentin microhardness values by age groups.

Age Group S. V.	20 Age G. (A)		40 Age G. (B)		60 Age G. (C)		P-Value		
	Mean±S. E.	S. D.	Mean±S. E.	S. D.	Mean±S. E.	S. D.	A+B	B+C	A+C
M. L.									
La. M	52.6±2.55	9.55	55.9±2.56	9.56	58.3±2.92	10.92	N. S. (0.9133)	N. S. (0.6180)	N. S. (1.5775)
I. E	48.3±1.51	5.83	50.7±1.56	6.05	52.2±1.66	6.65	N. S. (1.1060)	N. S. (0.6585)	N. S. (1.7380)
Li. M	53.0±2.55	9.87	56.3±2.25	8.72	57.2±2.27	9.07	N. S. (0.9150)	N. S. (0.2636)	N. S. (1.2302)

La. M : Labio-Middle Portion I. E : Incisal Edge Li. M : Linguo-Middle Portion

S. V. : Statistical Value

M. L. : Measurement Levels

N. S. : Not Significant

髓腔을 向하여 徐徐히 낮아져 齒髓腔附近에서 最少値를 나타내고 있다는 報告와 거의 類似하다고 하겠다.

年齡別로 그 硬度를 比較해 볼때 20代, 40代, 및 60代群의 順으로 琺瑯質에서는 Hv. 366.5±5.75, Hv. 372.9±8.16 및 Hv. 389.8±10.27로, 또한 象牙質에서는 Hv. 51.0±2.14, Hv. 54.0±1.87 및 Hv. 55.3±2.23으로 共히 年齡이 높은 群에서 그 硬度値도 높아졌는데 이와같은 結果는 個體差異가 심하여 相互群間의 統計學的인 有意性은 찾아볼 수 없었지만(Tab. 5, 10) 增年에 따라 各各 琺瑯質 및 象牙質의 硬度値가 높아진 것을 알수 있었다. 이에 對해 二瓶(1959)^{6,7)}은 年齡差異에 따라 琺瑯質과 象牙質의 硬度에 差異가 있음을 報告하고 Craig外 2人(1959)¹³⁾도 年齡이 增加함에 따라 象牙質의 硬度도 增加한다고 하여 本實驗의 結果와 類似하다고 생각되며, 齒牙는 口腔內에서 物理的 및 化學的인 變化를 받고 年齡이 增加함에 따라 生理的인 變化로 石灰化沈着이 더욱 加重되어 나타난 結果라고 思料된다.

V. 結 論

20代, 40代 및 60代群의 中切齒 및 側切齒를 近遠心의 中間部位를 齒牙長軸에 平行하게 縱斷하여, 琺瑯質과 象牙質을 唇側齒冠中央部, 切斷中心部 및 舌側齒冠中央部로 나누어 이들의 微小硬度를 Vickers硬度計로 測定하여 다음과 같은 結果를 얻었다.

1. 琺瑯質의 總平均硬度는 20代, 40代 및 60代群에서 各各 Hv. 366.5±5.75, Hv. 372.9±8.16 및 Hv. 389.8±10.27이었다.

2. 象牙質의 總平均硬度는 20代, 40代 및 60代群에서 各各 Hv. 51.0±2.14, Hv. 54.0±1.87 및 Hv. 55.3

±2.23이었다.

3. 20代群, 40代群 및 60代群의 總平均硬度를 比較할 때 琺瑯質 및 象牙質 共히 60代群에서 가장 높았다.

4. 切斷中心部の 琺瑯質 및 象牙質은 共히 唇側 및 舌側齒冠中央部보다 낮은 硬度値를 나타냈다.

5. 琺瑯質의 硬度値는 어느 年齡層에서나 共히 琺瑯象牙境界部位로부터 外側을 向하여 높아졌으나 最表層附近에서 若干 減少하였으며 象牙質의 硬度는 琺瑯象牙境界部位에서 齒髓쪽으로 600μ 部位가 가장 높았고 齒髓에 接近할수록 낮아져 齒髓腔附近에서 가장 낮았다.

(本 論文을 完成함에 있어 始終指導와 校閱에 힘써 주신 閔丙淳 教授任과 崔浩永 教授任께 眞心으로 感謝드립니다.)

參 考 文 獻

- 1) 金哲偉 : 齒牙硬組織의 微小硬度에 關한 研究, 大韓齒科醫師協會誌 Vol. 13, No. 1, pp. 17-32, 1975.
- 2) 閔丙淳 : 唾液腺 및 Parotin이 白鼠 象牙質의 硬度에 미치는 影響에 關한 實驗的 研究, 首都醫大誌, Vol. 4, No. 1, 1967.
- 3) 梁源植 : 韓國人 齒牙 硬度測定에 關한 實驗的 研究, 綜合醫學, 7 : 1049, 1962.
- 4) 見明清, 東昇平外 : 人の 齒牙硬組織의 微小硬度에 關する 研究 I, 齒科學報, 66(11) : 1103--1122, 1966.
- 5) 見明清, 東昇平外 : 人の 齒牙硬組織의 微小硬度에 關する 研究 II, 齒科學報, 67(8) : 961-986, 1967.
- 6) 二瓶一郎 : 人齒牙硬度에 關する 研究 I, 阪大齒學會誌, 4(1) : 1-20, 1959.
- 7) 二瓶一郎 : 人齒牙硬度에 關する 研究 II, 阪大齒學會誌, 4(2) : 177-181, 1959.

- 8) 二瓶一郎：人齒牙硬度に關する研究Ⅲ， 阪大齒學會誌， 4(2)：182—192， 1959.
- 9) Atkinson, H.F. and Saunbury, P. : An investigation into the hardness of human enamel, Brit. D.J., 94 : 249, 1953.
- 10) Caldwell, R.C., Muntz, M.L., Gilmore, R.W. and Pigman, W. : Microhardness studies of intact surface enamel, J. Dent. Res., 36 : 732 1957.
- 11) Caldwell, R.C., Gilmore, R.W. Timberlake, P., Pigman J., and Pigman. W. : Semiquantitative studies of in vitro caries by microhardness test, J. Dent. Res., 37 : 301, 1958.
- 12) Craig, R.G. and Peyton, F.A. : The microhardness of enamel and dentin, J. Dent. Res., 37 : 661, 1958.
- 13) Craig, R.G., Gehring, P.E., Peyton, F.A., Relation of structure to the microhardness of human dentin, J. Dent. Res., 38 : 624, 1959.
- 14) Fraser, J.G. : Variations in the microhardness of dentin at different root levels, J. Dent. Res., 53 : 76, 1974.
- 15) Fusayama, T. and Maeda, T. : Effect of pulpctomy on dentin hardness, J. Dent. Res., 49 : 684, 1970.
- 16) Glen, M.B., Bapna, M.S., Michael, A.H. : Effect of engenol and eugenol-containing root canal sealers on the microhardness of human dentin, J. Dent. Res., 51 : 1602, 1972.
- 17) Hodge, H.C. and Mckay, H. : The microhardness of teeth, J.A.D.A., 20 : 227, 1933.
- 18) Hodge, H.C. : Hardness tests on teeth, J. Dent. Res., 15 : 271, 1936.
- 19) Karlström, S. : Physical, physiological and pathological studies of dental enamel with special reference to the question of its vitality, A.B. Fahlerantz Boktryckeri, Stockholm, 1931.
- 20) Klinger, A. : Studies on enamel hardness, D. Cosmos., 60 : 291, 1940.
- 21) Knoop, F., Peters, C.G. and Emerson, W.B. : Sensitive pyramidal diamond tool for indentation measurements, J. Dent. Res., 23 : 39, 1939.
- 22) Koulourides, T., and Pigman, W. : Studies on rehardening of artificially softened enamel, J. Dent. Res., 39 : 198, 1960.
- 23) Mjör, I. Finn, and Quigley, M. : The effect of calcium hydroxide and amalgam on no-carious, vital dentin, Arch. Oral. Biol., 3 : 2, 1961.
- 24) Mjör, I.A. : The effect of zinc oxide and eugenol on dentin evaluated by microhardness testing, Arch. Oral. Biol., 7 : 333, 1962.
- 25) Phillips, R.W. and Swartz, M.L. : Effect of fluorides on hardness of tooth enamel, J.A. D.A., 37 : 1, 1948.
- 26) Phillips, R.W. and Swartz, M.L. : Additional studies on the effect of fluorides on the hardness of enamel, J.A.D.A., 40 : 513, 1950.
- 27) Pigman, W., Cueto, H., Baugh, D. : Conditions affecting the rehardening of softened enamel, J. Dent. Res., 43 : 1187, 1964.
- 28) Rotberg, S.J. and Deshazer, D.O. : The complexing action of eugenol on sound dentin, J. Dent. Res., 45 : 307, 1966.
- 29) Sweeney, W.T. : The knoop indentation hardness instrument as a tool in dental research, J. Dent. Res., 21 : 303, 1942.
- 30) Taketa, F., Perdue, H.S., O'pourke, W.F., Sievert, H.W., and Phillips, P.H. : An abrasion method for determining the wear resistance of teeth, I. description of apparatus and variables, J. Dent. Res., 36 : 739, 1957.
- 31) Wright, H.N. and Fenske, E.L. : Factors involved in variability in hardness of tooth structure, J. Dent. Res., 17 : 297, 1938.