

자기공명영상을 이용한 정상 성인의 뇌량계측*

계명대학교 의과대학 방사선과학교실

정건식 · 전석길 · 손석호 · 주양구 · 최태진 · 이희정 · 이성문

— Abstract —

MR Measurements of Corpus Callosum in Normal Adults

Kun Sik Jung, M.D., Seok Kil Zeon, M.D., Seok Ho Sohn, M.D., Yang Goo Joo, M.D.
Tae Jin Choi, PhD., Hee Jung Lee, M.D., Sung Moon, Lee, M.D.

Department of Radiology, School of Medicine, Keimyung University

To evaluate criterial for detecting corpus callosum (CC) abnormality, measurements of CC were done in 100 Korean adults on midline sagittal T1 weighted images using the spin echo technique with a 2.0 Tesla MR unit.

The mean (\pm SD) anteroposterior diameter of CC, and the mean (\pm SD) thicknesses of genu, body, transition, and splenium were 71.1 ± 5.0 , 11.2 ± 1.6 , 5.7 ± 1.0 , 3.6 ± 1.0 , and 11.6 ± 1.6 mm, respectively. The outlines of CC were traced directly from the scans, and the maximal anteroposterior length of the CC was divided into quartiles. Area measurements of the anterior quartile, body, splenium, and whole CC were made with a digitizer pad and computer, and the mean (\pm SD) areas of these were 211 ± 36 , 194 ± 36 , 205 ± 34 , and 610 ± 90 mm², respectively. The following ratios were calculated; Maximum anteroposterior diameter of CC/length of brain, area of anterior quartile/area of whole CC, area of body/area of whole CC, and area of splenium/area of whole CC.

There was a statistically significant increase of maximum anteroposterior diameter of CC/length of brain by age, and a statistically significant decrease of the area of the body by age. However, there were no statistically significant differences of all measurements between males and females.

Index Words: Corpus Callosum, MR 135.1214

Corpus Callosum, Normal Measurement 135.1

서 론

다.

뇌량은 선천성 기형, 외상, 종양, 뇌수종등에 의해 형 태가 변할 수 있으나 이의 판단 기준이 되는 정상 뇌량에 대한 계측 연구는 드문 상태이며, 국내에서는 사체에서의 계측 연구가 보고되었고(1), 자기공명영상을 이용한 정상 뇌량에 대한 연구는 드물다(2).

따라서 저자들은 정상 성인에서의 뇌량을 자기공명영상 을 이용하여 각 부위별로 계측하여 표준치를 얻고자 한

* 이 논문은 1992년 계명대학교 을종연구비 및 동산의료원 조사연구비로 이루어졌음.
이 논문은 1992년 9월 1일 접수하여 1992년 10월 22일에 채택되었음.

다.

대상 및 방법

1989년 11월부터 1992년 2월까지 계명대학교 동산의료원 진단방사선과에서 자기공명영상을 시행한 증례 가운데, 뇌에 형태학적 이상이 발견되지 않았던 20세 이상의 성인을 20세에서 69세까지 10세 간격으로 연령을 구분한 다음, 각 연령군별 남여 10명씩 촬영 순서대로 도합 100명을 선정하였다.

사용기기는 2.0Tesla 초전도 자기공명영상 단층촬영기 (SPECTRO 20000 MR SYSTEM: Gold Star Co., Korea)를 이용하였으며, acquisition matrix 256×200 , field of view 22cm, 절편두께 4~8mm, 절편간격 1~2 mm, number of excitation 2~4, spin-echo 기법으로 반복 시 간(TR)과 에코 시 간(TE)을 400~600msec/30msec로 한 T1강조영상(T1WI)의 정중시상면을 얻어 다음 각 부위별로 측정하였다(Fig. 1-3).

길이(length, Fig. 1.)

- 1) 대뇌의 전후 최장거리(Brain).
- 2) 뇌량의 전후 최장거리(A).
- 3) 뇌량 슬부의 두께(B) : 슬부의 철면과 요면간의 수평거리.
- 4) 뇌량 체부의 두께(C) : 체부 윤곽의 두 접선간 최장 수직거리.
- 5) 뇌량 이행부의 두께(D) : 이행부 윤곽의 두 접선간 최단 수직거리.
- 6) 뇌량 팽대부의 두께(E) : 팽대부 윤곽의 최장 수평거리.

면적(area, Fig. 2.)

뇌량의 전후 최장거리를 4등분하여(3).

- 1) 전방 사분위 면적(F) : 제일 사분위의 면적.
- 2) 체부 면적(G) : 제이, 제삼 사분위 면적의 합.
- 3) 팽대부 면적(H) : 제사 사분위의 면적.
- 4) 뇌량 전체 면적(I) : $F+G+H$.

Digitizer pad와 computer를 이용하여 측정하였는데, 실험에 사용된 서판(Digitizer, Graphtec Co.)은 가로 세로 각각 $305\text{mm} \times 305\text{mm}$ 영역의 좌표를 컴퓨터에 입력할 수 있으며 해상력은 0.1mm이다. 대상물의 면적은 핸드커서에 의해 입력된 윤곽의 각 점좌표를 이용하고, 프로그램상에서 윤곽내의 면적을 구하였다. 특히 재구성

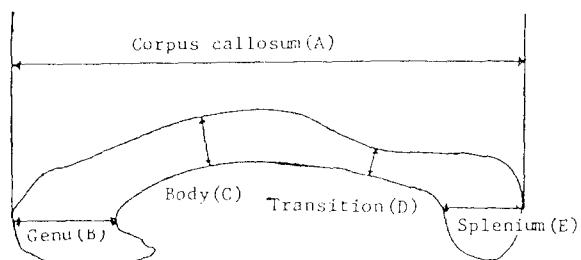


Fig. 1. Measurement of corpus callosum; Length AP diameter of CC (A), thickness of genu (B), body (C), transition (D), splenium (E).

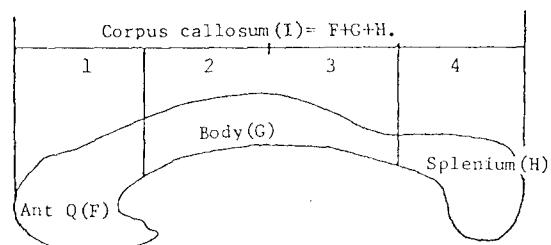


Fig. 2. Measurement of corpus callosum; Area
Quartile 1 = and Q (F)
Quartiles 2 and 3 = body (G)
Quartile 4 = splenium (H).

된 영상을 필름에 기록하는 광학적 기전은 영상의 가로 대 세로의 비가 정확히 1대 1이 되지 않고 또한 왜곡 현상이 있게 마련이므로 입력된 좌표는 기준 척자의 크기를 이용한 확대율을 프로그램상에서 적용하여 입력시 고정된 위치 좌표에 따라 면적을 계산하였다.

비(ratio, Fig. 3.)

- 1) 대뇌에 대한 뇌량의 전후 최장거리의 비(A/Brain).
- 2) 뇌량 전체면적에 대한 전방 사분위 면적의 비(F/I).
- 3) 뇌량 전체면적에 대한 체부 면적의 비(G/I).
- 4) 뇌량 전체면적에 대한 팽대부 면적의 비(H/I).

통계처리 방법은 성별간의 평균비교에는 t-검정으로, 연령군간에는 일원분산분석(one-way ANOVA)을 이용하여 비교하였으며, 다중비교(multiple range test)는 회귀분석(regression analysis)을 통해 실시하였다.

측정의 신뢰도를 구하기 위해 100명의 연구대상 중 무작위로 추출, 재측정해서 검사-재검사 신뢰도를 상관계수로 구하였다.

통계적 유의성은 $p < 0.05$ 이면 유의한 것으로 하였다.

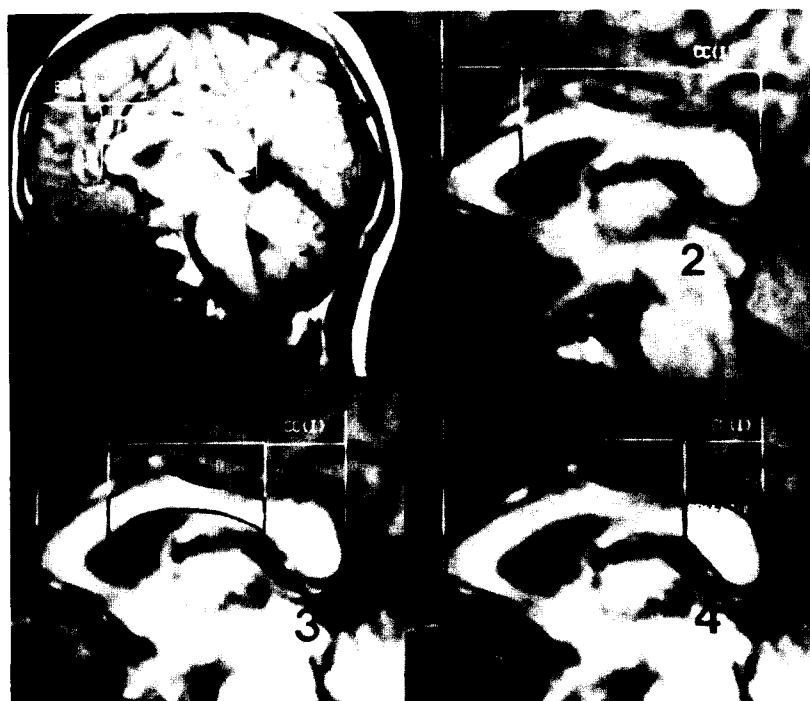


Fig. 3. Measurement of corpus callosum; Ratio
 1) CC (A)/Brain
 2) Ant Q/CC (F/I)
 3) Body/CC (G/I)
 4) Splenium/CC (H/I)

결 과

각 측정치의 검사-재검사의 Pearson 상관계수는 0.82내지 0.98로서 통계적으로도 모두 매우 유의한 수준이었다.

뇌량의 각 부위에 따른 길이, 면적 및 비를 구하여, 연령군별 및 남여별 평균 계측치와 전체 평균치를 얻었으며 이에 대한 성적은 Table 1-6과 같다.

연령에 따른 뇌량의 각 부위별 길이 측정에서 연령군에 따른 차이를 보인 것은 뇌량 전후경, 슬부 및 팽대부의

두께였으며 다중비교법에서 유의한 차이를 보인 연령군은 뇌량 전후경에서 20대와 60대간이었다. 경향분석에서는 뇌량 전후경($B=0.102$, $p<0.05$), 체부($B=-0.200$, $p<0.05$) 및 이행부($B=-0.152$, $p<0.05$)의 두께가 연령에 따른 증감을 보였다(Table 1).

연령에 따른 뇌량의 각 부위별 면적 측정에서는 모든 부위가 연령군에 따라 차이를 보였으며 다중비교법에서 유의한 차이를 보인 연령군은 전방사분위 면적에서 20대와 30대간, 30대와 60대간이었고 뇌량 전체면적에서 30대와 60대간이었다. 경향분석에서는 체부면적($B=-0.067$, $p<0.05$)이 연령에 따른 감소를 보였다(Table 2).

연령에 따른 뇌량의 각 부위별 비의 측정에서 연령군에

Table 1. Length (mm) of Brain and Each Part of Corpus Callosum and Age

Age (yr)	Brain (M ± SD)	CC(A)* (M ± SD)	Genu(B)* (M ± SD)	Body(C) (M ± SD)	Transit (D) (M ± SD)	Splenium(E)* (M ± SD)
20-29	149.9 ± 7.7	67.8 ± 4.2	10.9 ± 1.8	6.0 ± 1.3	3.7 ± 0.9	10.9 ± 1.4
30-39	149.1 ± 5.5	71.3 ± 6.0	11.8 ± 1.9	6.0 ± 1.1	3.7 ± 1.0	12.2 ± 1.5
40-49	149.3 ± 6.0	72.5 ± 3.6	11.8 ± 1.4	5.6 ± 0.9	3.7 ± 1.1	12.1 ± 1.6
50-59	146.2 ± 6.4	70.9 ± 5.6	11.1 ± 1.3	5.4 ± 0.7	3.6 ± 0.7	12.2 ± 1.5
60-69	149.9 ± 5.6	73.0 ± 3.9	10.4 ± 1.3	5.3 ± 1.0	3.1 ± 0.7	10.8 ± 1.7
Total	148.9 ± 6.3	71.1 ± 5.0	11.2 ± 1.6	5.7 ± 1.0	3.6 ± 1.0	11.6 ± 1.6

* $p<0.05$ by oneway ANOVA

Table 2. Area (mm^2) of Each Part of Corpus Callosum and Age

Age (yr)	Ant Q(F)* (M \pm SD)	Body(G)* (M \pm SD)	Splenium(H)* (M \pm SD)	CC(I)* (M \pm SD)
20-29	202 \pm 27	198 \pm 37	193 \pm 38	592 \pm 88
30-39	237 \pm 36	209 \pm 42	219 \pm 31	666 \pm 90
40-49	213 \pm 36	199 \pm 36	212 \pm 34	623 \pm 87
50-59	206 \pm 37	186 \pm 34	212 \pm 37	604 \pm 87
60-69	199 \pm 30	177 \pm 22	190 \pm 24	564 \pm 59
Total	211 \pm 36	194 \pm 36	205 \pm 34	610 \pm 90

* $p < 0.05$ by oneway ANOVA**Table 3.** Ratio (%) of Each Part of Corpus Callosum and Age

Age (yr)	CC/Brain* (M \pm SD)	Ant Q/CC (M \pm SD)	Body/CC (M \pm SD)	Splenium/CC (M \pm SD)
20-29	45.3 \pm 2.6	34.3 \pm 3.7	33.3 \pm 3.1	32.5 \pm 2.7
30-39	47.8 \pm 3.5	35.7 \pm 3.1	31.3 \pm 3.2	33.0 \pm 3.0
40-49	48.6 \pm 1.8	34.2 \pm 2.7	31.8 \pm 3.0	34.1 \pm 3.1
50-59	48.5 \pm 3.5	34.1 \pm 3.8	30.7 \pm 2.1	35.2 \pm 3.6
60-69	48.7 \pm 2.1	35.1 \pm 3.0	31.3 \pm 2.8	33.6 \pm 3.1
Total	47.8 \pm 3.0	34.7 \pm 3.3	31.7 \pm 2.9	33.7 \pm 3.2

* $p < 0.05$ by oneway ANOVA**Table 4.** Length (mm) of Brain and Each Part of Corpus Callosum and Sex

Sex	Brain (M \pm SD)	CC(A) (M \pm SD)	Genu(B) (M \pm SD)	Body(C) (M \pm SD)	Transit(D) (M \pm SD)	Splenium(E) (M \pm SD)
Male	149.1 \pm 6.2	71.4 \pm 4.9	11.5 \pm 1.7	5.6 \pm 1.0	3.5 \pm 1.0	11.9 \pm 1.8
Female	148.6 \pm 6.5	70.7 \pm 5.1	10.9 \pm 1.5	5.7 \pm 1.1	3.6 \pm 1.0	11.3 \pm 1.5
Total	148.9 \pm 6.3	71.1 \pm 5.0	11.2 \pm 1.6	5.7 \pm 1.1	3.6 \pm 1.0	11.6 \pm 1.6

파른 차이를 보인 것은 대뇌에 대한 뇌량 전후경의 비였으며 다중비교법에서 유의한 차이를 보인 연령군은 20대와 40대간, 20대와 50대간, 20대와 60대간이었다. 경향 분석에서는 대뇌에 대한 뇌량 전후경의 비($B=0.008$, $p < 0.05$), 뇌량 전체면적에 대한 체부면적의 비($B=-0.05$, $p < 0.05$) 및 뇌량 전체면적에 대한 팽대부면적의 비($B=0.005$, $p < 0.05$)가 연령에 따른 증감을 보였다(Table 3).

그러나 성별에 따른 뇌량의 각 부위별 길이, 면적 및 비의 측정에서는 통계학적인 유의한 차이는 없었다 (Table 4-6).

고찰

뇌량은 넓은 궁형의 띠(broad-arched band) 모양으로써, 유수신경 섬유속(myelinated nerve fiber)들로 구성되었으며, 양측 대뇌반구의 신피질(neocortex) 간의 정보를 전달하는 기능을 가진다. 뇌량은 해부학적으로 슬부(Genu), 체부(Body), 팽대부(Splenium)의 3부분으로 나누어진다. 만곡된 전방 끝을 슬부라 하고 이는 점차 늘어져 문부(Rostrum)를 형성하며, 두꺼운 후방 끝을 팽대부라 하고, 중간의 체부는 두부분 사이에서 배측으로

Table 5. Area (mm^2) of Each Part of Corpus Callosum and Sex

Sex	Ant Q(F) (M \pm SD)	Body(G) (M \pm SD)	Splenium(H) (M \pm SD)	CC(I) (M \pm SD)
Male	212 \pm 35	194 \pm 36	210 \pm 34	617 \pm 89
Female	210 \pm 37	193 \pm 36	201 \pm 34	603 \pm 90
Total	211 \pm 36	194 \pm 36	205 \pm 34	610 \pm 90

Table 6. Ratio (%) of Each Part of Corpus Callosum and Sex

Sex	CC/Brain (M \pm SD)	Ant Q/CC (M \pm SD)	Body/CC (M \pm SD)	Splenium/CC (M \pm SD)
Male	47.9 \pm 3.0	34.4 \pm 3.0	31.5 \pm 3.1	34.1 \pm 3.2
Female	47.6 \pm 3.1	34.9 \pm 3.6	31.9 \pm 2.8	33.3 \pm 3.1
Total	47.8 \pm 3.0	34.7 \pm 3.3	31.7 \pm 2.9	33.7 \pm 3.2

궁형을 형성한다(4). 그러나 최근 Kogame 등(5)은 자기공명영상을 이용한 뇌량의 연구에서, 뇌량 체부의 이행부(Transition)가 73%에서 관찰되었다고 한다. 따라서 본 연구에서도 뇌량을 4부분으로 구분하여 계측하였다. 뇌량 체부의 두께는 대체로 균일해서 측정에는 어려움이 없었으며 제이 사분위의 중간을 택하였고, 이행부는 제삼 사분위 가운데 가장 얕은 부위를 측정하였다.

이러한 뇌량의 해부학적 구조는 전산화단층촬영의 횡단 및 관상면, 또는 재구성 시상면으로는 정확한 해부학적 구조를 그려낼 수 없었다. 그러나 자기공명영상은 정중앙 시상면등 여러 방향으로 촬영이 가능하고 해상력 또한 뛰어나 뇌량을 보다 정확하게 영상화 할 수 있게 되었다(3).

자기공명영상을 이용한 정상 뇌량에 대한 계측연구는 아직 드문상태이며(2, 3, 5) 국내에서는 김 등(1)이 41예의 사체를 통한 뇌량의 계측 연구가 보고된 바 있다.

연구에 의하면 대뇌의 길이는 평균 153.6mm로 본 연구의 148.9mm보다 4~5mm가량 높게 나타났으며, 뇌량의 전후경과 대뇌 전후경에 대한 뇌량 전후경의 비는 각각 평균 69.4mm, 45%로 본 연구의 71.1mm, 47.8%보다 비교적 낮은 계측치를 보였다.

이러한 차이에 대해서는 여러가지 요인을 생각할 수 있겠으나 사체에서의 계측과 생체의 계측간에 발생하는 차이점을 가정할 수 있을 것이다.

이 등(2)은 자기공명영상을 이용하여 뇌량을 각 부위별로 길이를 계측한 바 20세 이상의 성인에서 뇌량 전후경이 저자들의 경우보다 약 1.2mm가량 낮았으나 다른 부

위에서는 대체로 높은 계측치를 보였다. 그러나 이 등(2)은 연령군별 및 남여별 분포가 고르지 않고 특히 60대는 8명을 대상으로 하였으며, 검사자간 및 검사-재검사 신뢰도에 관한 통계 처리가 부족하여 저자들의 연구 결과와 정확한 비교가 어렵다.

본 연구에서 연령의 증가에 따라 뇌량의 대뇌에 대한 전후경의 비는 Kogame 등(5)의 연구에서와 같이 증가하였고 뇌량체부의 면적은 감소하였다. 이러한 결과는 연령의 증가에 따른 뇌위축 또는 퇴행성 변화에 의한 것으로 생각된다.

Reinartz 등(3)은 뇌량의 각 부위별 면적의 비를 측정하여 전방 사분위 면적의 백분율이 남자에서 여자보다 유의하게 높았으며, 반대로 팽대부 면적의 백분율은 여자에서 남자보다 유의하게 높았다하나 본 연구에서는 뇌량의 각 부위별 면적은 성별에 따른 유의한 차이가 없었다. 이는 Reinartz 등(3)의 연구대상은 40명 밖에 되지 않을 뿐 아니라, 동양인과 서양인의 뇌에 형태학적인 차이점, 실험군 선택의 문제점등의 요인이 있을 것으로 사료되며, 이 등(2)의 연구에서는 뇌량의 부위별 면적에 관한 계측이 없으므로 직접적인 비교가 불가능하다.

결론적으로 본 연구의 결과가 성인의 연령별, 성별 뇌량크기의 지표가 될 수 있을 것으로 생각되며 이를 통해서 외상, 뇌수종, 선천성 기형, 종양, 혈관성 병변, 수초성 질환등 뇌량의 비정상적인 상태를 진단하는데 있어서 표준치가 될 수 있을 것으로 생각한다.

참 고 문 헌

1. 김원식, 이영호, 김홍선. 한국인 뇌량에 관한 체질인류학적 연구, 체질 인류학회지 1988; 1: 75-84
2. 이명섭, 김명순, 박현주. 자기공명영상을 이용한 정상 뇌량 측정: 연령 및 성별분포에 따른 비교. 대한방사선의학회지 1992; 28: 527-530

3. Reinarz SJ, Coffman CE, Smoker WR, Godersky JC. MR imaging of the corpus callosum. AJNR 1988; 9:649-656
4. Carmine DC. Gray's Anatomy. 30th ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1987;1044
5. Kogame S, Sawa S, Inoue Y et al. MR measurement of normal brainstem cerebellum and corpus callosum on midsagittal section. Rinsho-Hoshansen (Japan) 1989;34:1383-1387

대한방사선의학회 분과 유방영상연구회

2월의 Breast Imaging 안내

때 : 2월 25일 목요일 오후 6:30

장소 : 영동세브란스병원 2층 대강당