

경면현미경과 동일초점현미경을 이용한 각막내피 평가의 비교

이자영¹ · 이승희¹ · 정성근² · 이해영¹

서울위생병원 안과¹, 가톨릭대학교 의과대학 성모병원 안과학교실²

목적: 경면현미경과 동일초점현미경을 이용한 각막내피 평가 결과를 비교해 보고자 하였다.

대상과 방법: 경면현미경을 이용하여 각막내피세포에 대하여 세포밀도, 육각형세포 비율, 세포면적 변이계수를 측정 후 같은 환자에게 동일초점현미경을 이용하여 세포밀도, 세포다형성, 세포다면성을 자동분석방법으로 측정하고 수동으로 결과를 보정하였다. 검사 방법과 보정 여부에 따라 각막내피세포의 평가 결과를 비교하였다.

결과: 경면현미경, 동일초점현미경의 자동측정방법과 수동보정방법으로 측정한 각막 내피세포밀도는 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 경면현미경의 육각형세포 비율 역수, 동일초점현미경의 자동측정방법과 수동보정방법의 세포다형성은 유의한 차이가 없었다. 경면현미경의 세포면적 변이계수, 동일초점현미경의 자동측정방법과 수동보정방법에서의 세포다면성은 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

결론: 정상 성인의 각막에서 동일초점현미경의 자동분석방법으로 측정한 내피세포분석에서 세포밀도, 세포다형성의 경우 경면현미경의 측정 결과와 비교하여 차이가 없었으나 세포다면성의 경우 유의한 차이가 있어 각막질환이 있는 환자에서는 수동보정방법과 그 결과 분석에 주의가 필요할 것으로 생각한다.

〈대한안과학회지 2008;49(10):1572-1577〉

각막내피는 두께 4~6 μm , 폭 20 μm 의 6각형의 단일세포층으로 구성되어 있으며, 각막내피세포의 장벽기능과 능동적인 펌프작용이 정상적인 각막두께와 각막의 투명도를 유지하는데 중요하다.¹ 다수의 각막질환에서 나타나는 각막 투명성의 소실은 감소된 내피세포밀도와 세포형태변화와 연관되며, 한 예로 상염색체 우성 유전질환인 폭스내피이상증에서는 각막내피세포의 크기가 증가되어 내피세포밀도가 감소하고^{2,3}, 세포다면성과 세포다형성이 증가되며, 그 결과 각막의 수분을 이동시키는 능력이 감소되어 각막 기질 부종을 초래하게 된다.⁴⁻⁷

각막내피의 생리학적인 기능을 평가하기 위한 인자로는 내피세포밀도와 세포면적변이계수, 육각형세포비율 등이 있으며, 이러한 형태학적 변화는 연령이 증가함에 따라서 일어날 수 있고, 이외에도 각막질환, 녹내장, 안내 염증, 안내 수술, 안내 약물주입, 외상, 레이저 수술 등 여러 원인에 의해서 일어날 수 있다고 알려져 있

다.^{8,9} 생체상에서 각막내피세포를 평가할 수 있는 여러 방법들이 고안되었으며, 경면현미경, 초음파 각막두께 측정, 형광측정법, 동일초점현미경 등이 현재 임상적으로 이용되고 있다.

경면현미경은 1968년 Maurice에 의해 고안되었으며,¹⁰ 작동 원리는 각막상피에서 입사된 0.02%의 빛이 전방수와 내피세포 사이에서 각막세포로 반사하는데 이를 렌즈에 모아 내피세포 경계를 인지하는 것이다. 접촉 방식과 비접촉 방식의 여러 경면현미경이 개발되어 임상적으로 널리 쓰이고 있다.

동일초점현미경(confocal microscope)은 경면현미경과 유사한 구조로 작동하며, 비교적 최근에 각막내피 평가에 도입되었으나 경면현미경에 비해 보급률이 낮은 편이다. 그러나 각막내피 표면의 상태에 영향을 적게 받으므로 각막부종이 동반되고, 내피 표면이 균일하지 않은 각막질환의 경우에도 경면현미경에 비해 동일초점현미경이 각막내피 밀도계산에 더욱 정확하다는 보고가 있다.^{3,11-13} 심한 각막기질 혼탁의 경우에는 각막내피의 평가가 힘들지만 각막외피에만 국한된 혼탁의 경우에는 내피평가가 가능하여 경면현미경에 비해 폭스내피이상증이나 홍채각막내피증후군 등의 각막부종이 있는 환자에서 더 명확한 영상을 얻는다고 알려져 있다.¹³ 현재 안과영역에서 사용되는 동일초점현미경은 tandem scanning confocal microscope (TSCM)

〈접수일 : 2008년 2월 20일, 심사통과일 : 2008년 7월 10일〉

통신저자 : 정 성 근

서울시 영등포구 여의도동 62

가톨릭대학교 성모병원 안과

Tel: 02-3779-1150, Fax: 02-761-6869

E-mail: eyedoc@catholic.ac.kr

와 scanning slit confocal microscope (SSCM)으로 나눌 수 있는데, 전자의 경우는 조사되는 빛의 분산을 최소화하기 위해 소공(pinhole)을 사용하는 광원 조사시스템으로 일반적인 광학현미경에 비해 해상도가 아주 높은 장점을 가지고 있다.¹⁴⁻¹⁷ 이에 반해 후자의 경우는 광원의 주사방법에 따라 단계별 광원시스템(stage scanning mechanism)과 광선 광원시스템(beam scanning mechanism)으로 분류되고, 저자들이 사용한 ConfoScan 4는 SSCM의 일종으로 소공 대신 두 개의 마주보는 세극을 이용함으로 고해상도의 영상을 얻도록 컴퓨터와 전기신호화 되어 있어 상의 변형이나 해상도의 소실 없이 이미지처리가 용이하도록 되어 있다.^{17,18}

본 연구에서는 정상 성인의 각막에 대하여 경면현미경과 동일초점현미경의 자동분석을 이용한 각막내피 분석 결과를 비교하였으며, 이를 수동 보정한 결과와 비교하여 동일초점현미경의 임상적응의 유효성에 대해 알아보고자 하였다.

대상과 방법

2007년 11월부터 2007년 12월까지 백내장 수술을 시행 받을 예정인 환자 64명(103안)을 대상으로 비접촉형 경면현미경과 접촉형 동일초점현미경을 이용하여 각막내피세포밀도, 다형성 및 다면성을 검사하였다. 연령관련 백내장 환자를 대상으로 하였으며, 세극등현미경검사를 통하여 전안부 질환이 없는지 확인하였다. 안 외상이나 각막질환의 병력이 있는 환자는 제외하였다. 대상자의 분포는 남자가 29명(49안), 여자가 35명(54안)이었으며, 평균연령은 60.8±13.42세였다.

비접촉형 경면현미경(Konan Noncon Robo-8400 noncontact specular microscope, Konan medical, Inc., Hyogo, Japan)를 이용하여 환자의 눈높이를 조절하고, 기계를 각막 중심부에 위치시켜 자동적으로 초점을 맞추어 각막 중심부의 내피 영상을 촬영하였고, 내피세포의 경계가 명확하지 않거나 초점이 빗나가는 경우 다시 촬영하였다. 기계에 내장된 프로그램으로 평균세포면적의 역수인 내피세포의 밀도, 세포변이 계수와 육각형 세포비율을 계산하였다.

동일한 환자에게 다시 0.5% proparacaine hydro

chloride (Alcaine, Alcon, Ft. Worth, TX, U.S.A.)를 사용하여 점안마취 후 각막중심이 기계의 중심에 놓이도록 눈높이를 조절하였다. 검사하기 전 대물렌즈를 70% isopropyl alcohol을 이용하여 닦고, ViscoTears Gel (0.2% acidopoliacrilic, CIBA Ophthalmicus, Macron, Italy)를 한 방울 묻혀 각막의 중심부에 있는 상피층에 접촉하고, 동일초점현미경(ConfoScan4 confocal microscope, Nidek Technologies, Inc., Greensboro, NC)으로 각막 전층을 1초당 32 μm 씩 이동하며 단면상을 관찰하였다. Optical slice thickness를 5~10 μm 로 유지하였으며, 숙련된 검사자에 의하여 시행하였다. 영상은 NAVIS (Nidek Advanced Vision Information System) software에 의하여 저장되었고, 같은 프로그램으로 가장 내피세포 경계가 명확한 영상을 분석하였다. 촬영된 내피세포가 50개 이상인 경우를 선택하여 자동분석방법으로 세포밀도와 세포다형성, 세포다면성을 계산하였고, 경계가 왜곡되거나 잘못 계산된 세포를 클릭하여 수정하는 방식으로 수동 보정을 실시하여 다시 계산하였다. 동일초점현미경의 세포다형성은 육각형 세포비율의 역수의 관계이며, 세포다면성은 세포변이계수라고 분석하였다.

본 연구에서는 SPSS 14.0 for windows를 이용하여 유의확률이 0.05 이하인 경우를 유의하다고 판단하였으며 경면현미경, 동일초점현미경의 자동측정방법 및 수동보정방법의 세 가지 방식을 일원변량 분석하여 그 결과가 통계적으로 유의한 차이가 있는지 알아보았다.

결 과

경면현미경, 동일초점현미경의 자동측정방법과 수동 보정방법으로 측정한 평균 각막내피세포밀도는 각각 2797.6±354.14 cell/mm², 2973.1±284.24 cell/mm², 2861.9±335.58 cell/mm²이며, 통계적으로 유의한 차이는 없었다($p=0.241$)(Table 1).

경면현미경의 육각형세포비율의 역수는 56.14%로, 동일초점현미경의 자동측정방법에서의 세포다형성은 54.77%, 동일초점현미경의 수동보정방법은 55.24%로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다($p=0.147$)(Table 2).

Table 1. Mean endothelial cell density obtained by a specular microscope and a confocal microscope (Mean±SD)

Subject	Specular*	Confocal-A†	Confocal-M‡	p-value
Endothelial cell density (cell/mm ²)	2797.6±354.14	2973.1±284.24	2861.9±335.58	0.241§

* Specular=specular microscope; † Confocal-A=confocal microscope with automatic count by NAVIS; ‡ Confocal-M=confocal microscope with manual correction by NAVIS; § Tested by ANOVA.

Table 2. Inversion of hexagonality by the specular microscope and pleomorphism by the confocal microscope (Mean±SD)

Subject	Specular*	Confocal-A [†]	Confocal-M [‡]	p-value [§]
Pleomorphism (%)	56.14±11.61	54.77±13.93	55.24±12.65	0.147

* Specular=specular microscope; [†] Confocal-A=confocal microscope with automatic count by NAVIS; [‡] Confocal-M=confocal microscope with manual correction by NAVIS; [§] Tested by ANOVA; ^{||} Pleomorphism=measured by the ConfoScan 4 Confocal microscopy and compared with inversion of hexagonality of Konan Robo Specular microscopy.

Table 3. Mean coefficient of variation by specular microscope and the polymegathism by confocal microscope (Mean±SD)

Subject	Specular*	Confocal-A [†]	Confocal-M [‡]	p-value [§]
Polymegathism (%)	33.71±6.57	39.68±9.76	38.75±7.68	0.005

* Specular=specular microscope; [†] Confocal-A=confocal microscope with automatic count by NAVIS; [‡] Confocal-M=confocal microscope with manual correction by NAVIS; [§] Tested by ANOVA; ^{||} Polymegathism=measured by the ConfoScan 4 Confocal microscopy and compared with coefficient of variation of Konan Robo Specular microscopy.

Table 4. p-value of post-hoc test for multiple comparison of coefficient of variation by specular microscope and the polymegathism by confocal microscope (tested by Scheffe's method)

	Specular*	Confocal-A [†]	Confocal-M [‡]
Specular*	-	0.003	0.34
Confocal-A [†]	0.003	-	0.01
Confocal-M [‡]	0.34	0.01	-

* Specular=specular microscopy; [†] Confocal-A=confocal microscope with automatic count by NAVIS; [‡] Confocal-M=confocal microscope with manual correction by NAVIS; ^{||} Polymegathism=measured by the ConfoScan 4 Confocal microscopy and compared with coefficient of variation of Konan Robo Specular microscopy.

경면현미경의 세포면적 변이계수는 33.71%, 동일초점현미경의 자동측정 방법에서의 세포다면성은 39.68%, 동일초점현미경의 수동보정방법에서의 세포다면성은 38.75%이었으며, 통계적으로 유의한 차이를 보였다 ($p=0.005$) (Table 3).

집단간 유의확률의 사후검증을 실시한 결과, 동일초점현미경의 자동측정방법을 이용한 세포다면성이 동일초점현미경의 수동보정방법에서의 세포다면성과 경면현미경의 세포면적 변이계수와 비교하여 유의한 차이를 보였다 (Table 4).

고 찰

정상 각막내피세포의 수는 청년층에서 약 3,000~3,500개/mm² 정도로 한국인의 평균 각막내피세포의 밀도는 약 3,025개/mm²이며, 다형성을 나타내는 육각형세포의 역지수 비율은 67% 정도, 다면성을 나타내는 지수인 세포면적의 변이계수는 0.297로 알려져 있으며, 나이가 들면서 세포밀도는 점점 감소하게 되고 다형성과 다면성은 증가되는 양상을 보인다.¹⁹

이러한 각막내피 평가를 위하여 여러 가지 검사도구가 개발되었으나 현재 임상적으로 경면현미경에 의한 내피세포 평가가 보편적으로 쓰이고 있다. 비교적 최근에 개발된 동일초점현미경은 이에 비하여 보급률이 떨어지지만 각막의 전체 층을 포괄적으로 측정할 수 있고, 기계에 포함된 프로그램을 이용하여 자동으로 검사 가능하며, 혼탁이 심한 각막에서도 내피세포 평가가 가능한 장점을 가지고 있어 그 사용이 점차 증가하는 추세다. 그러나 그 결과 분석에 있어서 내피세포밀도가 자동측정방법으로 검사한 경우 동일초점현미경의 결과와 비교하여 과대²⁰ 혹은 과소²¹ 평가된다는 보고들이 있으며, 각막내피세포의 형태를 보여주는 세포다면성 및 세포다면성에 대해서는 그 결과에 대한 비교가 현재까지 국내에서 시행된 바 없으므로 본 연구를 시행하게 되었다.

저자들이 각막내피세포밀도를 분석한 내피세포수에 있어서는 경면현미경으로 측정한 경우와 동일초점현미경의 자동측정방법 및 수동보정방법을 비교하여 통계적으로 유의한 차이가 없었으나 그 수치는 약간 증가하는 경향을 보였으며, 이는 자동측정방법에서 내피세포밀도

는 경면현미경으로 측정된 경우보다 과대 평가되었다고 보고한 Imre and Nagymilhalay²⁰의 연구 결과와 일치하였다. 그러나 Klais et al²¹은 오히려 내피세포수가 과소 평가되었다고 보고하였다. 이러한 내피세포수가 불일치하는 원인은 내피세포 경계를 자동으로 분석하는 프로그램에 기인할 것으로 생각한다. 각막내피세포의 영상을 자동으로 분석하는 여러 프로그램이 개발되었다고 하더라도 관찰자에 의한 결과와 비슷하게 세포밀도를 측정하는 경우는 드물고, 자동분석프로그램이 내피세포 경계를 정확히 인지하지 못하기 때문이라고 여겨진다. 위의 논문에서는 자동측정방법보다 수동보정방법이 더욱 정확하다는 결과를 발표하였다.^{20,21} 동일초점현미경의 세포다형성과 경면현미경의 육각형세포비율의 역수는 유의한 차이가 나타나지 않았으나, 세포다면성과 경면현미경의 세포면적 변이계수는 유의한 차이를 보였다. Kitzmann et al은 동일초점현미경의 자동측정방법의 경우 내피세포밀도와 세포변이계수는 과대평가하고 육각형세포비율을 과소평가하는 경향이 있다고 하였으나, 이를 수동보정방법으로 측정하면 내피세포밀도, 육각형세포비율 및 세포변이계수가 경면현미경으로 측정된 결과와 큰 차이를 보이지 않았다고 보고하였다.²² 비접촉형 경면현미경에 의한 각막내피세포밀도는 오차가 적고 재현성이 높은 반면 세포변이계수와 육각형세포비율은 재현성이 떨어진다는 보고를²³ 고려해 볼 때 이러한 요인이 오차의 원인으로 작용될 수 있으므로 동일초점현미경에서도 재현성 여부의 검증에 대한 추가 연구가 필요하다고 생각한다. 또한 경면현미경 분석시 적어도 75개 이상의 세포가 정확한 내피세포밀도 측정을 위해서 필요하다는 보고가²⁴ 있으나 동일초점현미경의 영상 분석에 대해서는 아직 연구된 바가 없다. 그러나 동일초점현미경의 경우 75개 이상의 내피세포영상을 얻기 위해서는 여러 번의 촬영과 영상분석에 시간이 오래 소요되는 현실적인 문제가 있어 동일초점현미경에 내장된 프로그램의 내피세포의 분석 기준이 35개인 점을 고려해 내피세포가 50개 이상인 경우를 기준으로 설정하여 분석하였으나 권장되는 측정세포 수에 대한 후속 연구가 필요할 것으로 생각된다.

그리고 경면현미경 영상과 동일초점현미경의 영상을 각각 corners method 라는 데이터 외부 교정 프로그램을 이용하여 보정하지 않았을 때는 차이가 있으나 보정을 한 경우 유의한 차이가 관찰되지 않았다고 보고가 있었으나²², 이미지 보정이라는 단계를 다시 거쳐야 하므로 현실적으로 번거롭고 외부 교정과정 자체가 결과를 한 차례 더 가공하는 것이기 때문에 오차의 원인이 될 가능성도 있다고 생각한다. 경면현미경 영상을 사용한 경우 권장되는 최소 내피세포의 갯수가 동일초점현

미경의 자체 분석프로그램의 기준인 35개보다 커서 현실적으로 유용성이 떨어진다고 판단되어 본 연구에서는 외부 교정을 시행하지 않고 결과를 분석하였다. 그러나 외부 교정을 시행한 경우의 후속 연구도 필요하다고 생각하며 이러한 결과를 각막내피질환을 가진 환자들에게 적용할 경우 임상적 주의가 필요할 것으로 생각한다.

결론적으로 동일초점현미경은 비접촉형 경면현미경에 비해 젤을 접촉하여 검사하므로 환자에게 불편감을 유발할 수 있으며 검사시간이 오래 걸리는 단점이 있다. 또한 보급이 적어 환자의 접근성이 떨어지거나 각막 부종이나 혼탁, 내피 표면이 균일하지 않은 각막질환의 경우에도 내피 평가가 가능하고 비침습적으로 각막구조를 고배율로 관찰할 수 있으며, 각막상피부터 각막내피까지의 모든 층의 촬영이 가능하여 한 번의 검사로 각막두께, 각막신경 밀도, 빛 분산도, 각막세포밀도까지 각막의 전체 층을 평가할 수 있는 것은 큰 장점을 가지고 있다. 본 연구의 결과에서 볼 때 정상 성인의 경우에는 동일초점현미경을 이용한 각막내피세포에 대한 평가를 경면현미경의 결과와 호환하여 사용하여도 무리가 없을 것으로 생각한다. 그러나 세포다면성의 경우 수동보정한 경우에 경면현미경의 결과와 비교하여 유의한 차이가 없어지므로 더욱 정확한 자동 경계인식 프로그램이 개발된다면 임상적으로 주의를 요하는 각막내피질환을 가진 환자들에게 적용할 경우에도 더 유용하게 사용할 수 있을 것으로 생각한다.

참고문헌

- 1) Maurice DM. The cornea and sclera. In : Davson H, ed. The eye, 3rd ed. New York: Academic Press, 1984; v. 1b. chap. 2.
- 2) Burns RR, Bourne WM, Brubaker RF. Endothelial function in patients with cornea guttata. Invest Ophthalmol Vis Sci 1981; 20:77-85.
- 3) Mustonen RK, McDonald MB, Srivannaboon S, et al. In vivo confocal microscopy of Fuchs' dystrophy. Cornea 1998;17:493-503.
- 4) Wilson SE, Bourne WM. Fuchs' dystrophy. Cornea 1988;7:2-18.
- 5) Adamis AP, Filatov V, Tripathi BJ, et al. Fuchs' endothelial dystrophy of the cornea. Surv Ophthalmol 1993;38:149-68.
- 6) Mandell RB, Polse KA, Brand RJ, et al. Corneal hydration control in Fuchs' dystrophy. Invest Ophthalmol Vis Sci 1989;30:845-52.
- 7) Wilson SE, Bourne WM, O'Brien PC, Brubaker RF. Endothelial function and aqueous humor flow rate in patients with Fuchs' dystrophy. Am J Ophthalmol 1988;106:270-8.
- 8) Kaufman HE, Capella JA, Robbins JE. The human corneal endothelium. Am J Ophthalmol 1966;61:835-841.

- 9) Capella JA. The pathology of corneal endothelium. *Ann Ophthalmol* 1971;3:397-400.
- 10) Maurice DM. Cellular membrane activity in the corneal endothelium of the intact eye. *Experientia* 1968;21:1094-5.
- 11) Chiou AG, Kaufman SC, Beuerman RW, et al. Confocal microscopy in cornea guttata and Fuchs' endothelial dystrophy. *Br J Ophthalmol* 1999;83:185-9.
- 12) Hara M, Morishige N, Chikama T, Nishida T. Comparison of confocal biomicroscopy and noncontact specular microscopy for evaluation of the corneal endothelium. *Cornea* 2003;22: 512-5.
- 13) Hernandez-Quintela E, Mayer F, Dighiero R, et al. Confocal microscopy of cystic disorder of corneal epithelium. *Ophthalmology* 1998;105:631-6.
- 14) Lemp MA, Dilly PN, Boyde A. Tandem scanning (confocal) microscopy of the full thickness cornea. *Cornea* 1985-6;4:205-9.
- 15) Cavanagh HD, Petroll WM, Alizadeh H, et al. Clinical and diagnostic use of in vivo confocal microscopy in patients with corneal disease. *Ophthalmology* 1993;100:1444-54.
- 16) Sheppard C Jr, Wilson T. The theory of the direct-view confocal microscope. *J Microsc* 1981;124:107-17.
- 17) Brakenhoff GJ, van der Voort HT, van Spronsen EA, Nanninga N. Three-dimensional imaging by confocal scanning fluorescence microscopy. *Ann N Y Acad Sci* 1986;483: 416-27.
- 18) Wiegand W, Thaer AA, Kroll P, et al. Optical sectioning of the cornea with a new confocal in vivo slit-scanning video microscope. *Ophthalmology* 1995;102:568-75.
- 19) Kim SY, Korea external eye disease society. *Cornea*, 2nd ed. Seoul: Ilchogak, 2006;34.
- 20) Imre L, Nagymihaly A. Reliability and reproducibility of corneal endothelial analysis by in vivo confocal microscopy. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2001;239:356-60.
- 21) Klais CM, Bühren J, Kohnen T. Comparison of endothelial cell count using confocal and contact specular microscopy. *Ophthalmologica* 2003;217:99-103.
- 22) Kitzmann AS, Winter EJ, Nau CB, et al. Comparison of corneal endothelial cell images from a noncontact specular microscope and a scanning confocal microscope. *Cornea* 2005;24:980-4.
- 23) Kim KS, Park YK. Assessment of the reproducibility of corneal endothelial cell analysis with non contact specular microscope. *J Korean Ophthalmol Soc* 1998;39:70-5.
- 24) Waring GO III, Bourne WM, Edelhauser HF, Kenyon KR. The corneal endothelium; normal and pathologic structure and function. *Ophthalmology* 1982;89:531-90.

=ABSTRACT=

Comparison of Specular Microscopy and Confocal Microscopy for Evaluation of Corneal Endothelium

Ja Young Lee, M.D.¹, Seung Hee Lee, M.D.¹,
Sung Kun Chung, M.D., Ph.D.², Hae Young Lee, M.D.¹

Department of Ophthalmology, Seoul Adventist Hospital¹, Seoul, Korea

Department of Ophthalmology, St. Mary's Hospital, College of Medicine, The Catholic University of Korea², Seoul, Korea

Purpose: To compare the results of specular microscopy with those of confocal microscopy for evaluation of corneal endothelium.

Methods: We evaluated corneal endothelium of 103 eyes using specular microscopy and confocal microscopy. Endothelial cell density, pleomorphism, and polymegathism were measured using a ConfoScan 4 confocal microscope (Nidek Technologies, Inc, Greensborom, NC) in automatic mode before and after manual correction. Also, endothelial cell density, the coefficient of variation, and hexagonality were evaluated using a Konan Noncon Robo-8400 noncontact specular microscope (Konan medical, Inc., Hyogo, Japan). The differences in results obtained from these various methods were compared: polymegathism was compared with the coefficient of variation, and pleomorphism was compared with the inversion of hexagonality.

Results: Endothelial cell density as measured by specular microscopy, the automatic count of confocal microscopy, and the manual correction for confocal microscopy were 2797.6 ± 354.14 cell/mm², 2973.1 ± 284.24 cell/mm², and 2861.9 ± 335.58 cell/mm², respectively. Results of each test was not significantly different ($p=0.241$). The inversion of hexagonality, pleomorphism of automatically counted confocal microscopy, and the pleomorphism of manually corrected confocal microscopy were 56.14%, 54.77%, and 55.24%, respectively. Results of each test were not significantly different ($p=0.147$). The coefficient of variation of specular microscopy, the polymegathism of automatic counted confocal microscopy, and the polymegathism of manually corrected confocal microscopy were 33.71%, 39.68%, and 38.75%, respectively. Results of each test were significantly different ($p=0.005$).

Conclusions: Endothelial cell density and polymegathism as measured by confocal microscopy were not different from specular microscopy results in normal corneas, but these results were different for polymegathism in normal corneas. Therefore, manual correction for endothelial cell evaluation of a disordered cornea should be performed during clinical evaluation.

J Korean Ophthalmol Soc 2008;49(10):1572-1577

Key Words: Confocal microscopy, Corneal endothelium, Specular microscopy

Address reprint requests to **Sung Kun Chung, M.D., Ph.D.**

Department of Ophthalmology, St. Mary's Hospital, College of Medicine, The Catholic University of Korea

#62 Yeouido-dong, Youngdungpo-gu, Seoul 150-010, Korea

Tel: 82-2-3779-1150, Fax: 82-2-761-6869, E-mail: eyedoc@catholic.ac.kr