

엘도스 캡슐(에르도스테인 300 mg)에 대한 엘브론 캡슐의 생물학적 동등성

조혜영 · 이 석 · 강현아 · 문재동* · 이용복†

전남대학교 약학대학 부속 생물학적동등성 및 가교시험연구소, *전남대학교 의과대학
(2003년 7월 1일 접수 · 2003년 9월 5일 승인)

Bioequivalence of Erblon Capsule to Erdos Capsule (Erdosteine 300 mg)

Hea-Young Cho, Suk Lee, Hyun-Ah Kang, Jai-Dong Moon* and Yong-Bok Lee†

Institute of Bioequivalence and Bridging Study, College of Pharmacy, Chonnam National University, Gwangju 500-757, Korea
*Medical School, Chonnam National University, Gwangju 501-757, Korea
(Received July 1, 2003 · Accepted September 5, 2003)

ABSTRACT—Erdosteine, the thiol derivatives chemically related to cysteine, is a mucolytic and mucoregulator agent which modulates mucus production and viscosity and increases mucociliary transport. The purpose of the present study was to evaluate the bioequivalence of two erdosteine capsules, Erdos (Dae Woong Pharmaceutical Co., Korea) and Erblon (Kuhn II Pharmaceutical Co., Korea), according to the guidelines of Korea Food and Drug Administration (KFDA). The erdosteine release from the two erdosteine capsules *in vitro* was tested using KP VII Apparatus II method with various different kinds of dissolution media (pH 1.2, 4.0, 6.8 buffer solution and water). Twenty four healthy male subjects, 23.33±2.06 years in age and 66.18±8.19 kg in body weight, were divided into two groups and a randomized 2×2 cross-over study was employed. After three capsules containing 300 mg as erdosteine were orally administered, blood was taken at predetermined time intervals and the concentrations of erdosteine in serum were determined using HPLC method with UV detector. The dissolution profiles of two formulations were similar at all dissolution media. Besides, the pharmacokinetic parameters such as AUC_t, C_{max} and T_{max} were calculated and ANOVA test was utilized for the statistical analysis of the parameters using logarithmically transformed AUC_t and C_{max} and untransformed T_{max}. The results showed that the differences between two formulations based on the Erdos were 0.20%, 1.10% and -9.44% for AUC_t, C_{max} and T_{max}, respectively. There were no sequence effects between two formulations in these parameters. The 90% confidence intervals using logarithmically transformed data were within the acceptance range of log(0.8) to log(1.25) (e.g., log(0.94)~log(1.22) and log(0.92)~log(1.20) for AUC_t and C_{max}, respectively). Thus, the criteria of the KFDA guidelines for the bioequivalence was satisfied, indicating Erblon capsule and Erdos capsule are bioequivalent.

Key words—Erdosteine, Erdos, Erblon, Bioequivalence, Dissolution, HPLC

에르도스테인(erdoesteine)은 2-oxo-3-tetrahydrothienylcarbamoyl)-methylthio]acetic acid로 점액조절제로서 점액을 분해하여 담의 점도를 낮추고, 점막섬모의 배출능을 촉진시키며 α 1-antitrypsin의 산화를 억제하고, 호흡기 면역물질(면역글로블린 A)의 양을 증가시킬 뿐 아니라 인체내 생리적 항균물질(리소짐, 락토페린)의 양을 증가시킴으로써 급만성 호흡기질환에서의 점액용해 및 거담에 효과를 나타내는 제제이다.^{1,2)} 에르도스테인 900 mg을 경구투여 하였을 때 적어도 3개의 대사체가 생성되며, 대부분 inorganic sulfate 상태로 뇨중 배설된다.³⁾ 최고 혈중 농도에 도달하는 시간은 1.01±0.42시간이며 반감기는 평균 약 1.88±1.44시간으로 보고되어 있다.⁴⁾

국내에서는 주식회사 대웅제약에서 “엘도스 캡슐”이라는 상품명으로 에르도스테인 캡슐제(에르도스테인 300 mg)를 제조하여 시판하고 있다. 한편, 제제학적으로 동등한 제제나 제제학적으로 대체 가능한 제제의 시판을 위하거나 의사 또는 치과의사가 처방전에 기재한 의약품을 성분·함량 및 제형이 동일한 다른 의약품으로 대체하여 조제할 수 있게 하기 위해서는 식품의약품안전청이 고시한 생물학적 동등성시험 기준⁵⁾에 따라 생체 시험을 통해 생체이용률에 있어서 통계학적으로 동등하다는 것을 입증하여야 할 필요가 있다.

따라서, 본 연구에서는 건일제약 주식회사에서 발매하고자 하는 에르도스테인 제제인 “엘브론 캡슐”이 기존의 에르도스테인 제제인 “엘도스 캡슐”과 그 생체이용률에 있어서 통계학적으로 동등하다는 것을 입증하기 위해서 생물학적 동등성시험 기준⁵⁾에 따라 건강한 성인 남자(만 19~28세) 24명

†본 논문에 관한 문의는 이 저자에게로
Tel : 062)530-2931, E-mail : leeyb@chonnam.chonnam.ac.kr

을 대상으로 라틴 방격법에 따라 생체내 이용률 시험을 한 후, 얻어진 에르도스테인의 혈청 중 약물농도-시간곡선 하 면적(AUC), 최고 혈청 중 농도(C_{max})와 최고 혈청 중 농도 도달시간(T_{max})에 대하여 T_{max} 를 제외한 AUC와 C_{max} 는 로그변환한 후 통계검정과 분산분석(ANOVA, analysis of variance)을 통하여 생물학적동등성을 비교 판정하였다. 아울러, “엘브론 캡슐”과 “엘도스 캡슐”에 대하여 대한약전 제 7개정 용출시험법 중 제 2법(패들법, 싱커사용)에 따라 비교용출시험을 행하였다. 그리고 본 시험은 식품의약품안전청으로부터 시험계획서의 승인을 얻은 후 시험계획서에 따라 수행되었으며 모든 피험자의 동의를 받아서 이루어졌다.

실험 방법

시약 및 기기

시험에 사용된 시험약은 의약품임상시험관리기준⁶⁾ 제 36조 및 제 37조의 규정에 따라 제조한 건일제약 주식회사(서울)의 “엘브론 캡슐”(제조번호: 시제제 001, 제조일자: 2003. 5. 20), 대조약은 식품의약품안전청으로부터 허가를 받아 주식회사 대웅제약(서울)에서 시판하고 있는 “엘도스 캡슐”(제조번호: 031611, 사용기한: 2006. 3. 18)로 에르도스테인을 300 mg 함유하는 캡슐제이었다.

에르도스테인 표준품은 (주)상진상사로부터 제공받았으며, 내부표준물질로 사용한 시티올론(Sigma Chemical Co., St Louis, MO, USA), HPLC용 아세토니트릴(Fisher Scientific., Fair Lawn, NJ, USA), 생리식염수 및 헤파린(이상 중외제약, Korea)은 시판품을, 증류수는 Milli Q(Millipore Co., Milford, MA, USA)에서 18 M Ω -cm로 통과시킨 것을 사용하였다. 인산칼륨, 헤파탄설폰산, 수산화나트륨 및 기타 시약들은 특급 및 1급 시약들을 사용하였다.

용출시험용 기기로는 용출기(DST-600A, Fine Scientific Instrument, Korea), 자외부 흡광광도계(Varian Cary 100, USA)를 사용하였으며, 약물분석 기기로는 HPLC용 펌프(LC 10Ai, Shimadzu, Tokyo, Japan), Capcell Pack C₁₈(2)(입자경 5 μ m, 4.6 mm \times 250 mm, Shiseido Co. Ltd., Tokyo, Japan), UV 검출기(SPD 10Avp, Shimadzu, Tokyo, Japan), 주입기(Model 9725i, Rheodyne, Cotati, CA, USA), 적분계(SCL-10Avp, Shimadzu, Japan), 원심분리기(UNION 55R, Hanil Science Industrial Co., 인천, Korea), pH 측정기(Model 7, Corning Ltd., Halstead Essex England, U.K) 및 탁상용 혼합기(G560, Scientific Co., Bohemia, NY, USA)를 사용하였다.

비교용출시험

대조약 “엘도스 캡슐”과 시험약 “엘브론 캡슐” 각 12캡슐씩을 취하여 대한약전 제 7개정 용출시험법 중 제 2법(패들법, 싱커사용)에 따라 37°C에서 50 rpm으로 시험하였다. 용출액은 용출시험 조건에 따라 pH 1.2, pH 4.0, pH 6.8 및 물의 용출액을 1000 m³씩 사용하여 5, 10, 15, 30, 45, 60, 90(pH 6.8) 및 120분(pH 1.2, pH 4.0 및 물)에 용출액을 채취하고 0.45 μ m 멤브레인 필터로 여과시킨 다음 자외선/가시부 분광광도계(236 nm)를 사용하여 흡광도 측정법에 따라 용출률을 산출하였다.

피험자 선정

피험자는 식품의약품안전청이 고시한 생물학적동등성시험 기준⁵⁾에 근거하여 만 19~55세의 건강한 성인 남성 지원자를 공고로 통하여 모집하였다. 34명의 지원자가 이 시험에 대한 설명회에 참석하였다. 이들 중 전남대학교 병원(광주)에서 전문의사의 건강진단을 실시하여 건강인으로 판정된 자 24인을 선정하였다. 피험자로 선정된 사람들의 평균 체중은 66.18 \pm 8.19 kg, 평균 나이는 만 23.33 \pm 2.06세 이었다. 이들로부터 동의서를 받은 후 생물학적동등성시험을 실시하였다.

모든 지원자는 정해진 투약일 일주일 전부터 항생제 및 진통제 등을 포함한 일체의 약물 복용을 금지하였을 뿐 아니라 흡연 및 xanthine계 음료 등을 제한 관리하였다. 시험 전날 오후 8시부터 시험 당일 투약 후 4시간까지는 금식시켰다. 또한 시험 기간 중에는 연구자의 지시에 따라 모두 같은 식단의 식사 및 경미한 활동을 하게 하였다.

약물 투약 및 혈액 채취

약물 투약은 2시기 2제품의 라틴 방격법에 따른 교차시험법으로 투약계획을 세우고 24명의 피험자를 군당 12인씩 임의로 A, B 2군으로 나누고 제 I기 때 A군에는 대조약인 “엘도스 캡슐”을, B군에는 시험약인 “엘브론 캡슐”을 투여하였고 제 II기 때에는 그 반대로 투여하였으며 투여량은 3캡슐(에르도스테인 900 mg)로 하였다. 한편, 에르도스테인의 최종상의 반감기는 평균 약 1.88 \pm 1.44시간으로 보고되어 있어⁴⁾ 생물학적동등성시험 기준 제 18조 제 4항 휴약기간의 산정기준에 따라 충분한 휴약기간을 두고자 7일로 하였다.

피험자들 모두에게 heparin-locked(150 unit/ml) Angiocatheter(JELCOTM, 22G, Johnson & Johnson Medical, Pomezia, Italia)를 팔 정맥부위에 설치하고 대조약 또는 시험약 각각 3캡슐씩을 240 ml의 물과 함께 복용시켰다. 다음 각 피험자

로부터 투약직전, 0.25, 0.5, 0.75, 1, 1.5, 2, 2.5, 3, 4, 5, 6 및 7시간째(총 13시점)에 약 5 ml의 혈액을 채취하여 혈구 분리용 원심분리관에 넣고 3000 rpm에서 20분간 원심분리한 후 즉시 혈청분리관을 사용하여 혈청을 채취하고 분석시까지 영하 80°C에서 보관하였다.

채혈 및 피험자의 휴식 등의 모든 일은 전남대학교 병원에서 타인과 격리된 상태에서 이루어졌다.

혈청 중 에르도스테인의 정량

혈청 중 에르도스테인 함량은 이미 보고된 에르도스테인 HPLC분석법⁴⁾을 참고하여 상기 기기 조건하 실온에서 이동상으로는 물 1 L에 인산칼륨 0.68 g, 헵탄설폰산 1.01 g 및 85% 인산 4.6 ml를 가하여 녹이고 pH를 3% NaOH로 2.0으로 조정된 액:아세토니트릴=80:20(v/v)의 혼합용액을 사용하였으며 유속 1.0 ml/min, 주입량 20 µl 및 UV 검출기(220 nm)를 이용하여 정량하였고 다음과 같이 검량선을 작성하였다.

에르도스테인 표준품을 물에 녹여 농도를 1000 µg/ml로 만든 후 냉장 보관시키고, 이 용액을 냉동 보관하였던 blank 혈청으로 희석하여 에르도스테인의 혈청 중 농도가 각각 0.5, 1, 2, 4 및 6 µg/ml씩 되도록 검량선용 표준 혈청액을 조제하였다. 각각의 검량선용 표준혈청 200 µ에 내부표준물질로 시티올론 수용액(100 µg/ml) 20 µ를 가한 후 흔들어서 섞었다. 여기에 25 µ의 2 mol/L 과염소산을 가하고 진탕 혼합하여, 10분간 상온에서 방치한 뒤 10,000 rpm에서 5분간 원심분리하였다. 상등액을 0.45 µm 실린지 필터로 여과하고 이 중 20 µ를 취하여 HPLC에 주입하였다. 여기에서 얻은 내부표준물질의 피이크 면적에 대한 에르도스테인의 피이크 면적비를 구하여 검량선을 작성하였으며 하루에 실험을 5번 시행하여 일내 재현성을 구하였고 연속하여 5일간 실험을 행하여 일간 재현성을 구하였을 뿐만 아니라 1, 2 및 4 µg/ml 농도에서 각각 5회 측정하여 정확성을 평가하고 상기 농도에서 물에 대한 평균 상대추출율을 구하였다.

한편, 혈청 시료의 분석은 먼저 피험자로부터 각 시간별로 채취하여 영하 70°C에 보관했던 혈청 시료를 실온에 방치하여 녹인 후 3초간 진탕한 다음 이 혈청 200 µ를 취하여 시험관에 옮기고 여기에 내부표준물질로 시티올론 수용액(100 µg/ml) 20 µ를 가한 후 상기 검량선 작성을 위한 추출법에 따라 추출하여 얻어진 크로마토그램으로부터 내부표준물질의 피이크 면적에 대한 에르도스테인의 피이크 면적비를 구하여 미리 작성된 검량선에 의해 혈청 시료 중 에르도스테인의 농도를 산출하였다.

약물속도론적 파라미터의 분석

“엘도스 캡슐” 및 “엘브론 캡슐”을 각각 3캡슐씩 24명의 지원자에게 라틴 방격법에 따른 교차시험법에 따라 경구 투여하여 얻은 각 제품의 혈청 중 약물농도-시간 곡선으로부터 약물속도론적 파라미터인 AUC_t, C_{max} 및 T_{max}를 구하였으며, 이들 두 제품에서 각각 얻은 값에 대해 T_{max}를 제외한 AUC와 C_{max}의 로그변환치를 생물학적동등성시험 통계처리용 프로그램인 Equiv Test⁷⁾를 이용하여 유의수준 α=0.05에서 분산분석을 실시하여 순서효과(sequence effect)를 검증한 후, 각 변동요인간의 유의성 여부를 검토하였고 90% 신뢰한계를 구하였다. 이때 C_{max}와 T_{max}는 실측치를 사용하였으며 AUC는 사다리꼴 면적계산 공식을 이용하여 최종 채혈시점까지의 값을 통상의 방법에 따라 구해 사용하였다.

생물학적동등성 평가

“엘도스 캡슐”에 대한 “엘브론 캡슐”의 생물학적동등성 여부는 식품의약품안전청이 고시한 생물학적동등성시험 기준⁵⁾에 따라 AUC_t, C_{max} 및 T_{max} 등을 평가하였다.

결과 및 고찰

비교용출시험

약물의 용출은 생체이용률과 깊은 상관관계가 있으므로 먼저 용출시험을 행하여 대조약 및 시험약이 생물학적으로 동등할 것인지를 추정하고자 하였다. 즉, 동일성분을 동일량 함유하는 제제라 하더라도 원료, 부형제 및 제조공정 등에 따라 약물흡수의 전체조건이 되는 용출률이 다르게 나타날 수 있으므로 대조약과 시험약의 용출률을 비교하기 위하여 비교용출시험을 행하였다.

대조약과 시험약에 대하여 대한약전에 수재된 패들법에 따라 용출시험한 결과 pH 6.8에서는 90분 이내에, pH 1.2, pH 4.0 및 물에서는 120분 이내에 대조약과 시험약 모두 85% 이상의 용출률을 나타내었고 두 제제의 용출양상은 거의 차이가 없었으며 FDA guideline⁸⁾에 따라 계산한 물에서의 similarity factor(f₂)가 61.52로 나타나, 두 제제간의 용출은 차이가 없는 것으로 판단하였다(Figure 1).

혈청 중 에르도스테인 정량

건강 성인의 대조혈청과 대조혈청에 내부표준물질인 시티올론과 에르도스테인을 함께 가한 것 및 에르도스테인 캡슐 투여 후 1시간째의 혈청을 본 시험방법에 따라 HPLC로 분석하여 얻은 크로마토그램을 Figure 2에 나타내었다. 에르

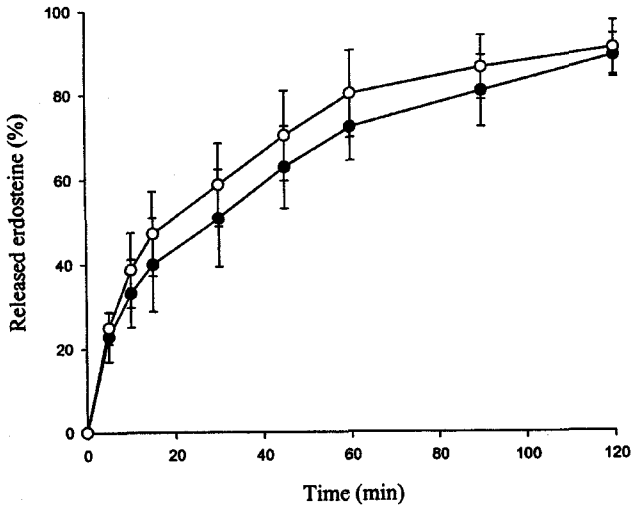


Figure 1—Dissolution profiles of erdoesteine from Erdos capsule (●) and Erblon capsule (○) in water (n=12, mean±S.D.).

도스테인 피이크의 출현시간은 약 5.8분, 내부표준물질 피이크의 출현시간은 약 4.4분이었으며 각 물질의 분리상태는 양호하였다. 신호대 잡음비(S/N ratio)를 5 이상으로 하고 일내 및 일간 변동계수의 크기를 20% 미만으로 하였을 때의 최저정량한계(LLOQ, lower limit of quantitation)는 0.5 µg/ml 이었으며, 수용액 중 약물을 추출한 것의 평균 피이크 면적에 대한 추출 시료 중 약물의 피이크 면적비로부터 구한 추출회수율(%)은 93.31±3.48이었다. 혈청 시료로부터 구한 에르도스테인의 검량선은 피이크 면적비(y) = 0.2029×에르도스테인 농도(µg/ml, x) - 0.0456 (r = 0.9997, p < 0.01)로 0.5~6 µg/ml 범위에서 양호한 직선성을 나타내었다. 또한, 이 농

Table I—Precision and Accuracy of HPLC Analysis for Erdosteine in Human Serum

Concentration (µg/ml)	Precision C.V. (%)		Accuracy (%; n=5)
	Intra-day C.V. (%) (n=5)	Inter-day C.V. (%) (5 days)	
0.5	10.90	6.91	113.95
1	8.12	8.71	99.85
2	9.88	4.37	96.25
4	2.22	2.42	99.01
6	8.45	1.87	100.76

C.V. (Coefficient of Variation)=100×S.D./mean.

도범위에 있어서 에르도스테인의 일내 및 일간 변동계수(C.V.)는 모두 15% 이하로 나타났고, 1, 2 및 4 µg/ml의 농도에서 5회 반복 측정하여 얻은 표준편차(% deviation)도 모두 ±15% 이내로 나타났다(Table I). 이로부터 혈청 중 에르도스테인에 대한 상기 HPLC 분석법은 인체에 대한 생체이용률 시험에 이용될 수 있는 충분한 감도와 정밀성 및 정확성을 갖고 있음을 알 수 있었다.

혈청 중 에르도스테인 농도 추이

시험약과 대조약으로 “엘브론 캡슐”과 “엘도스 캡슐”을 각각 3캡슐씩 지원자 24명에게 경구 투여한 후 일정 시간마다 채혈하여 얻은 각 제제의 전체 피험자에 대한 혈청 중 에르도스테인 평균농도를 Figure 3에 나타내었다. 또한, 각 피험자에 대해 대조약과 시험약을 투여하여 얻은 혈청 중 약물농도-시간곡선으로부터 산출한 약물속도론적 파라미터 (AUC, C_{max} 및 T_{max})를 Table II에 나타내었다. 대조약인

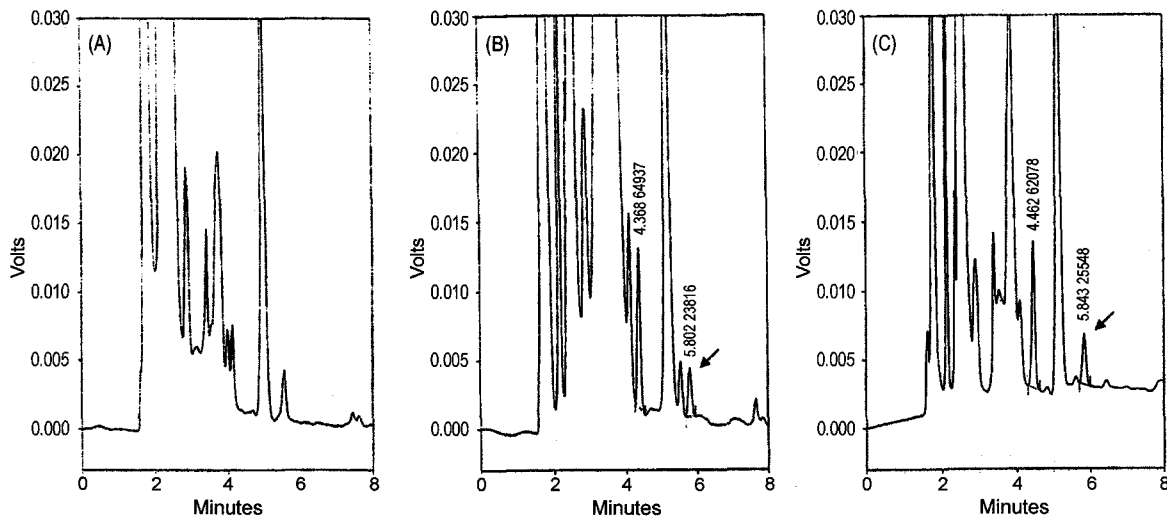


Figure 2—Chromatograms of (A) blank human serum, (B) blank human serum spiked with erdoesteine (2 µg/ml) and internal standard (IS, citiolone 10 µg/ml) and (C) serum sample at 1 hr after oral administration of 900 mg erdoesteine capsules. ✓=erdoesteine peak.

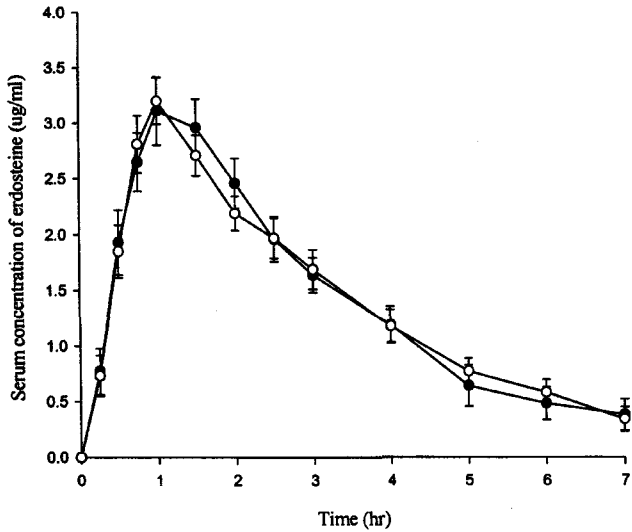


Figure 3—Mean (\pm S.E., n=24) serum concentration-time curves of erdoesteine following oral administration of Erdos capsules (●) and Erblon capsules (○) at the erdoesteine dose of 900 mg.

“엘도스 캡슐”의 평균 $AUC_t(\mu\text{g}\cdot\text{hr}/\text{ml})$ 는 9.93 ± 5.58 , 시험약인 “엘브론 캡슐”은 9.95 ± 4.04 로 대조약에 대한 평균치 차이가 0.20%이었고, $C_{\text{max}}(\mu\text{g}/\text{ml})$ 는 3.62 ± 1.20 과 3.66 ± 0.78 로 1.10%의 차이를 보였으며 $T_{\text{max}}(\text{hr})$ 는 1.21 ± 0.58 과 1.09 ± 0.46 으로 -9.44%의 차이를 나타내 대조약에 대한 시험약의 평균치 차이는 대조약의 $\pm 20\%$ 이내이어야 한다는 생물학적 동등성 평가를 위한 전체 조건을 만족하였으므로 이하 분산 분석을 행하였다.

평가항목에 대한 통계학적 고찰

각 시기에 있어서 각 피험자의 AUC_t , C_{max} 및 T_{max} 값에 대한 분산분석 결과를 Table III에 나타내었다.

먼저 유의수준 α 가 0.05일 때 T_{max} 와 로그변환한 AUC_t 및 C_{max} 값에 대한 F비(F_G)가 F분석표의 한계값인 $F(1,22) = 4.301$ 보다 모두 작게 나타나 교차시험이 제대로 이루어졌음을 확인할 수 있었다.

Table II—Bioavailability Parameters Values in Normal and Logarithmic Scales for Each Volunteer Obtained after Oral Administration of Erdos and Erblon Capsules at the Erdosteine Dose of 900 mg

Volunteer	Erdos capsule					Erblon capsule				
	AUC_t ($\mu\text{g}\cdot\text{hr}/\text{ml}$)	$\text{Ln } AUC_t$	C_{max} ($\mu\text{g}/\text{ml}$)	$\text{Ln } C_{\text{max}}$	T_{max} (hr)	AUC_t ($\mu\text{g}\cdot\text{hr}/\text{ml}$)	$\text{Ln } AUC_t$	C_{max} ($\mu\text{g}/\text{ml}$)	$\text{Ln } C_{\text{max}}$	T_{max} (hr)
A1	10.51	2.35	3.81	1.34	1.00	9.68	2.27	4.26	1.45	1.00
A2	7.92	2.07	3.39	1.22	2.00	8.17	2.10	2.91	1.07	1.00
A3	3.82	1.34	1.40	0.34	0.75	8.96	2.19	2.67	0.98	0.50
A4	6.58	1.88	4.00	1.39	1.00	9.13	2.21	3.67	1.30	1.00
A5	21.37	3.06	5.64	1.73	1.00	17.83	2.88	3.55	1.27	0.50
A6	9.92	2.29	3.33	1.20	2.00	8.20	2.10	2.99	1.10	1.50
A7	4.28	1.45	1.91	0.65	3.00	4.75	1.56	2.21	0.79	2.00
A8	14.35	2.66	4.78	1.56	1.00	10.22	2.32	3.29	1.19	0.75
A9	12.81	2.55	3.40	1.22	0.75	20.89	3.04	4.71	1.55	1.00
A10	13.68	2.62	4.40	1.48	2.00	9.54	2.26	3.05	1.12	1.00
A11	6.17	1.82	3.20	1.16	1.00	11.07	2.40	4.00	1.39	1.50
A12	4.11	1.41	2.93	1.08	1.50	4.53	1.51	4.56	1.52	0.75
B1	9.00	2.20	4.02	1.39	1.00	9.85	2.29	3.36	1.21	1.50
B2	10.90	2.39	3.49	1.25	1.50	8.67	2.16	3.73	1.32	0.75
B3	6.16	1.82	2.60	0.96	0.50	11.09	2.41	4.78	1.56	1.00
B4	7.35	1.99	3.79	1.33	1.50	6.09	1.81	2.25	0.81	1.00
B5	7.63	2.03	4.19	1.43	0.50	8.41	2.13	4.05	1.40	2.50
B6	16.93	2.83	5.48	1.70	1.00	14.48	2.67	3.99	1.38	1.00
B7	10.02	2.30	4.33	1.47	0.75	8.46	2.14	4.22	1.44	0.75
B8	25.12	3.22	5.66	1.73	1.00	13.14	2.58	4.10	1.41	1.00
B9	14.83	2.70	4.61	1.53	0.75	15.78	2.76	4.98	1.61	1.00
B10	3.71	1.31	1.38	0.32	1.50	5.93	1.78	3.47	1.24	1.00
B11	4.73	1.55	2.48	0.91	1.00	5.05	1.62	2.79	1.03	0.75
B12	6.39	1.85	2.54	0.93	1.00	8.86	2.18	4.17	1.43	0.50
Mean	9.93	2.16	3.62	1.22	1.21	9.95	2.22	3.66	1.27	1.09
(S.D.)	5.58	0.54	1.20	0.39	0.58	4.04	0.39	0.78	0.23	0.46

Table III—Statistical Results of Bioequivalence Evaluation between Two Erdosteine Formulations[#]

	Parameters		
	AUC _t	C _{max}	T _{max}
Difference	0.20%	1.10%	-9.44%
F _G ^{a)}	0.0062	0.4625	0.8945
Test/Reference point estimate	1.0708	1.0527	-0.1146
Confidence interval (δ) ^{b)}	$\log 0.94 \leq \delta \leq \log 1.22$	$\log 0.92 \leq \delta \leq \log 1.20$	$-27.50 \leq \delta \leq 8.54$

[#]The AUC_t and C_{max} values were calculated on the basis of ln-transformed data, and the T_{max} values on the basis of untransformed data.

^{a)} $\alpha=0.05$, F(1, 22)=4.301, ^{b)} $\alpha=0.05$.

로그변환한 평균치 차의 AUC_t 및 C_{max}에 대한 90% 신뢰한계는 $\log(0.94)\sim\log(1.22)$ 및 $\log(0.92)\sim\log(1.20)$ 으로 나타나 $\log(0.8)$ 에서 $\log(1.25)$ 이어야 한다는 생물학적동등성시험 기준을 만족하였다. 한편, 참고값인 T_{max} 평균치 차의 90% 신뢰한계는 -27.50%~8.54%로서 $\pm 20\%$ 이내이어야 한다는 조건을 만족시키지는 못하였지만 에르도스테인이 응급시나 신속한 효과를 얻기 위해 투여하는 제제가 아니므로 생물학적동등성 검증시 단지 참고값으로만 사용하였다.

이상의 시험결과를 종합해 보면 시험약인 “엘브론 캡슐”은 대조약인 “엘도스 캡슐”에 대하여 생물학적동등성시험의 판단기준인 2항목(AUC_t 및 C_{max})에서 모두 동등한 것으로 나타나 두 제제는 생물학적으로 동등하다고 사료되었다.

결 론

건일제약 주식회사에서 발매하고자 하는 에르도스테인 제제인 “엘브론 캡슐”이 기존의 에르도스테인 제제인 주식회사 대응제약의 에르도스테인 제제인 “엘도스 캡슐”과 그 생체이용률에 있어서 통계학적으로 동등하다는 것을 입증하기 위해서 식품의약품안전청이 고시한 생물학적동등성시험 기준⁵⁾에 따라 건강한 성인 남자(만 19~28세) 24명을 대상으로 2기 2제 라틴 방격법에 따라 시험하여 얻은 에르도스테인의 T_{max}와 로그변환한 AUC_t 및 C_{max}에 대하여 통계검정과 분산분석을 행하였다. 또한 대한약전 제 7개정 용출시험법 중 제 2법(패들법)에 따라 비교용출시험을 행하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 대조약인 “엘도스 캡슐”과 시험약인 “엘브론 캡슐”에 대하여 대한약전 VII에 수재된 제 2법(패들법, 싱커사용)에 따라 용출시험한 결과 pH 6.8에서는 90분 이내에, pH 1.2, pH 4.0 및 물에서는 120분 이내에 대조약과 시험약 모두 85% 이상의 용출률을 나타내었고 그 용출양상도 유사하였다.

2. 대조약인 “엘도스 캡슐”의 평균 AUC_t($\mu\text{g}\cdot\text{hr}/\text{ml}$)는 9.93 ± 5.58 , 시험약인 “엘브론 캡슐”은 9.95 ± 4.04 로 대조약에 대한 평균치 차가 0.20%이었고, C_{max}($\mu\text{g}/\text{ml}$)는 $3.62\pm$

1.20과 3.66 ± 0.78 로 1.10%의 차이를 보였으며 T_{max}(hr)는 1.21 ± 0.58 과 1.09 ± 0.46 으로 -9.44%의 차이를 나타내 대조약에 대한 시험약의 평균치 차이는 대조약의 $\pm 20\%$ 이내 이어야 한다는 생물학적 동등성 평가를 위한 전제 조건을 만족하였다.

3. “엘도스 캡슐”에 대한 “엘브론 캡슐”의 분산분석 결과, 로그변환한 AUC_t 및 C_{max}에 대해 유의수준 $\alpha=0.05$ 에서 구간 순서효과는 나타나지 않았으며, 90% 신뢰한계는 각각 $\log(0.94)\sim\log(1.22)$ 및 $\log(0.92)\sim\log(1.20)$ 로 나타나 $\log(0.8)\sim\log(1.25)$ 이어야 하는 생물학적동등성시험 기준을 만족하였다. 한편, T_{max}(hr)에 대한 90% 신뢰한계(δ , %)는 -27.50%~8.54%로 $\pm 20\%$ 이내이어야 하는 조건을 만족시키지는 못하였지만 에르도스테인이 응급시나 신속한 효과를 얻기 위해 투여하는 제제가 아니므로 생물학적동등성 검증시 단지 참고값으로만 사용하였다.

이상의 시험결과를 종합해 보면 시험약인 “엘브론 캡슐”은 대조약인 “엘도스 캡슐”에 대하여 생물학적동등성시험의 판단기준인 2항목(AUC_t 및 C_{max})에서 모두 동등한 것으로 나타나 두 제제는 생물학적으로 동등하다고 사료되었다.

감사의 말씀

본 연구는 건일제약 주식회사의 지원을 받아 전남대학교 약학대학 부속 생물학적동등성 및 가교시험연구소에서 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

문 헌

- 1) D. Olivieri, M. Del-Donno, A. Casalini, R. D'Ippolito and G.B. Fregnan, Activity of erdosteine on mucociliary transport in patients affected by chronic bronchitis, *Respiration*, **58**, 91-94 (1991).
- 2) G.L. Biagi, G.B. Fregnan, G. Gazzani and G. Vandoni, Erdosteine protection from cigarette smoke-induced loss of $\alpha 1$ -antitrypsin activity in rat lungs, *Int. J. Clin. Pharmacol.*

- Ther. Toxicol.*, **27**, 235-237 (1989).
- 3) C.F. Marchioni, M. Moretti, M. Muratori, M.C. Casadei, P. Guerzoni, R. Scuri and G.B. Fregnan, Effects of erdoesteine on sputum biochemical and rheologic properties: pharmacokinetics in chronic obstructive lung disease, *Lung*, **168**, 285-293 (1990).
 - 4) 에르도스테인 제제의 생물학적동등성시험 지침, 식품의약품안전청 독성연구원 의약품동등성평가과 (2003. 1).
 - 5) 식품의약품안전청 고시 제 2002-60호, 생물학적동등성시험 기준 (2002. 11. 22).
 - 6) 식품의약품안전청 고시 제 1999-67호, 의약품임상시험관리기준 (2000. 1. 4).
 - 7) Statistical Solutions Ltd., Equiv Test[®]-1.0, U.K. (1998).
 - 8) Food and Drug Administration (FDA): Guidance for Industry; Waiver of *in vivo* bioavailability and bioequivalence study for immediate-release solid oral dosage forms based on a biopharmaceutics classification system, Center for Drug Evaluation and Research (CDER), August (2000).